



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ

---

Fakultät für Informatik

Universitätsrechenzentrum

## Bachelorarbeit

Evaluation und Benchmarking von Sync ,n' Share Lösungen am  
Beispiel der TU Chemnitz

Robert Unger

Matrikelnummer: 261160

Chemnitz, den 13. Januar 2016

**Prüfer:** Prof. Dr. W. Hardt

**Betreuer:** PD Dr.-Ing. habil. M.Vodel

**Unger, Robert**

Evaluation und Benchmarking von Sync ,n' Share Lösungen am Beispiel der  
TU Chemnitz

Bachelorarbeit, Fakultät für Informatik

Technische Universität Chemnitz, Januar 2016

## **Danksagung**

Ich möchte mich an dieser Stelle bei der Belegschaft des Universitätsrechenzentrums bedanken, die bei Erstellung dieser Bachelorarbeit und auch bei der Durchführung der Tests fachliche Hilfe geleistet haben.

Besonderer Dank gilt insbesondere meinen Betreuern Herrn Dr.-Ing. habil. Matthias Vodel und Frau Yvonne Seidel, die mir mit ihrer Expertise stets mit Rat zur Seite standen und viel Geduld mit mir bewiesen haben. Danke ebenfalls an meinen Hiwi-Betreuer Herrn Mario Haustein, der mich zu diesem Thema inspiriert hat und auch die nötigen zeitlichen Freiräume zur Verfügung gestellt hat.

Des Weiteren geht ein Dank an Felix Hähnchen und Steve Conrad für ihre hilfreichen Hinweise und an Phillip Hauschild für das nicht immer einfache Redigieren.

Abschließend möchte ich meinen Eltern, Heidi und Jens danken, die mir jederzeit den nötigen Rückhalt gegeben haben und ohne die dieses Studium nicht möglich gewesen wäre.

## Themenstellung

### **Titel:**

Evaluation und Benchmarking von Sync ,n' Share Lösungen am Beispiel der TU Chemnitz

### **Aufgabenstellung:**

Um Mitarbeitern und Studenten der Technischen Universität Chemnitz eine Plattform zu bieten, zur Kooperation und zum Synchronisieren ihre Daten mit heterogenen Endgeräten, ist der Einsatz einer Cloud Anwendung nötig.

Aus Gründen des deutschen Datenschutzes, kann nur eine lokale Implementation in Betracht gezogen werden, für die eine Vielzahl adäquater Produkte verfügbar ist. Um eine fundierte Entscheidung treffen zu können, bedarf es der qualitativen Evaluation und Eingrenzung der entsprechenden Lösungen. Darüber hinaus ist die Performance und Skalierbarkeit in Bezug auf die Größenordnungen der Endanwender zu beachten.

Gemeinsam mit den Mitarbeitern des Universitätsrechenzentrums der TU Chemnitz wurden die Mindestanforderungen an einen Cloud-Dienst in einem Lastheft festgehalten, in das auch Wünsche von Erstanwendern mit eingeflossen sind. Anhand dessen sollen die Anwendungen untersucht und Schlussfolgerungen auf ihre Verwendbarkeit gemacht werden.

Zur Generierung von quantitativen Ergebnissen, werden unterschiedliche Größen von Benutzerinteraktionen simuliert. Hierzu wird das Benchmark System *Apache JMeter* eingesetzt. Die zu benutzenden Testsets sind selbst zu erzeugen und sollen das Benutzerverhalten möglichst authentisch nachbilden. Wenn möglich, sind optimierte Konfigurationen aus den gewonnenen Erkenntnissen abzuleiten.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>iv</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>vi</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>vii</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1. Aktuelle Beispiele aus dem Alltag . . . . .	2
1.2. Datenschutz . . . . .	3
1.3. Implementation eines Sync,n‘Share-Dienstes . . . . .	4
<b>2. Aktuelle Situation an der TU Chemnitz</b>	<b>5</b>
2.1. Administrative Anforderungen . . . . .	5
2.2. Benutzeranforderungen . . . . .	6
<b>3. Cloud Computing</b>	<b>7</b>
3.1. Erklärung . . . . .	7
3.2. Definition . . . . .	7
3.3. Eigenschaften eines Cloud Services . . . . .	8
3.4. Organisatorische Arten . . . . .	9
3.4.1. Private Cloud . . . . .	9
3.4.2. Öffentliche Cloud . . . . .	9
3.4.3. Hybride Cloud . . . . .	10
3.5. Service Modelle: Drei Schichten Architektur . . . . .	10
3.5.1. Software as a Service . . . . .	11
3.5.2. Platform as a Service . . . . .	11
3.5.3. Infrastructure as a Service . . . . .	11
<b>4. Ausgewählte Cloud Dienste</b>	<b>12</b>
4.1. AeroFS . . . . .	12
4.2. GoodSync . . . . .	13
4.3. Owncloud . . . . .	13
4.4. Pydio . . . . .	13

4.5. Seafile . . . . .	14
4.6. Syncplicity . . . . .	14
<b>5. Qualitative Evaluation</b>	<b>15</b>
5.1. Dokumentation . . . . .	15
5.2. Zugang, Clients . . . . .	17
5.2.1. Mobile . . . . .	17
5.2.2. Desktop . . . . .	19
5.2.3. Web . . . . .	20
5.3. Integration . . . . .	22
5.3.1. Speichieranbindung . . . . .	22
5.3.2. Authentisierung / Authentifizierung . . . . .	24
5.3.3. Verzeichnis Mapping . . . . .	26
5.3.4. Gruppenressourcen . . . . .	26
5.3.5. Quota . . . . .	27
5.4. Benutzbarkeit . . . . .	28
5.4.1. Speicherinteraktion (selektiver Sync,n‘Share) . . . . .	28
5.4.2. Freigaben per URL (mit Verfallsdatum) . . . . .	29
5.4.3. Datei-Interaktionen . . . . .	30
5.5. Betriebskosten . . . . .	31
5.5.1. Lizenzen . . . . .	32
5.5.2. Support . . . . .	34
5.6. Vergleichsübersicht und Produkt Selektion . . . . .	35
<b>6. Quantitatives Benchmarking</b>	<b>38</b>
6.1. Grundlagen . . . . .	38
6.1.1. Arten von Tests . . . . .	38
6.1.2. Maßgrößen bei Tests . . . . .	39
6.2. Durchführung . . . . .	40
6.2.1. Aufbau Testsystem . . . . .	40
6.2.2. Testsets . . . . .	43
Parallele Benutzer Aufrufe . . . . .	45
Parallele Downloads . . . . .	45
Parallele Uploads . . . . .	46
Parallele Down- und Uploads . . . . .	46
6.3. Auswertung und Vergleich der Ergebnisse . . . . .	46
6.3.1. Parallele Benutzer Aufrufe . . . . .	46

6.3.2. Parallele Downloads . . . . .	50
6.3.3. Parallele Uploads . . . . .	52
6.3.4. Parallele Down- und Uploads . . . . .	54
6.4. Diskussion . . . . .	57
<b>7. Schlussbetrachtungen</b>	<b>58</b>
7.1. Zusammenfassung / Fazit . . . . .	58
7.2. Ausblick . . . . .	59
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>60</b>
<b>Anhang</b>	<b>62</b>
<b>A. Qualitative Evaluation</b>	<b>63</b>
A.1. Zugang, Clients . . . . .	63
A.1.1. Mobile . . . . .	63
A.1.2. Desktop . . . . .	67
A.1.3. Web . . . . .	69
<b>B. Quantitatives Benchmarking</b>	<b>71</b>
B.1. Auswertung und Vergleich der Ergebnisse . . . . .	71
B.1.1. Parallele Benutzer Aufrufe . . . . .	71
B.1.2. Parallele Downloads . . . . .	75
B.1.3. Parallele Uploads . . . . .	82
B.1.4. Parallele Down- und Uploads . . . . .	89
<b>C. CD mit Testsets und Messdaten</b>	<b>95</b>

## Abbildungsverzeichnis

3.1. Cloud Computing Architektur . . . . .	10
5.1. Handy Clients für Android . . . . .	18
5.2. Desktop Clients . . . . .	20
5.3. Webbrowser Pydio . . . . .	21
5.4. Syncplicity Connector . . . . .	24
6.1. Aufbau Benchmark Testsystem . . . . .	41
6.2. Verbindungskonfiguration von JMeter . . . . .	43
6.3. Aufbau eines Testsets . . . . .	44
6.4. Parallele Benutzer Aufrufe Owncloud Antwortzeiten . . . . .	47
6.5. Parallele Benutzer Aufrufe Pydio . . . . .	47
6.6. Parallele Benutzer Aufrufe Pydio Reh . . . . .	48
6.7. Parallele Benutzer Aufrufe Pydio Reh . . . . .	48
6.8. Parallele Benutzer Aufrufe Vergleich Antwortzeiten . . . . .	49
6.9. Parallele Benutzer Aufrufe Vergleich Max RPS . . . . .	49
6.10. Vergleich des erreichten Durchsatzes von parallelen Downloads . . . . .	51
6.11. Latenz Vergleich ohne Payload von parallelen Downloads . . . . .	52
6.12. Vergleich des erreichten Durchsatzes von parallelen Uploads . . . . .	53
6.13. Latenz Vergleich von parallelen Uploads . . . . .	54
6.14. Vergleich der Antwortzeiten von Parallelen Down- und Uploads . . . . .	56
6.15. Durchsatz Vergleich von Parallelen Down- und Uploads . . . . .	56
A.1. Goodsync Android Client . . . . .	63
A.2. Weitere Grafiken Owncloud Android Client . . . . .	64
A.3. Grafiken Syncplicity Android Client . . . . .	64
A.4. Grafiken Pydio Android Client . . . . .	65
A.5. Weitere Grafiken Seafile Android Client . . . . .	66
A.6. Grafiken AeroFS Desktop Client . . . . .	67
A.7. Grafiken Goodsync Desktop Client . . . . .	68
A.8. Owncloud Desktop Client . . . . .	68



A.9. Weitere Grafiken Pydio Desktop Client . . . . .	69
A.10.Owncloud im Webbrowser . . . . .	69
A.11.Seafile im Webbrowser . . . . .	70
A.12.Syncplicity im Webbrowser . . . . .	70
B.1. Test1: JMeter Active Threads Over Time Owncloud . . . . .	71
B.2. Test1: JMeter Active Threads Over Time Pydio . . . . .	72
B.3. Test1: JMeter Response Times Over Time Owncloud . . . . .	72
B.4. Test1: JMeter Response Times Over Time Pydio . . . . .	73
B.5. Test2: Downloads JMeter Monitoring Owncloud . . . . .	75
B.6. Test2: Downloads JMeter Monitoring Pydio . . . . .	75
B.7. Test2: Download Antwortzeiten Owncloud . . . . .	76
B.8. Test2: Antwortzeiten Pydio . . . . .	76
B.9. Test2: Durchsatz . . . . .	77
B.10.Test2: Durchsatz Pydio . . . . .	77
B.11.Test2: JMeter Active Threads Over Time Owncloud . . . . .	78
B.12.Test2: JMeter Active Threads Over Time Pydio . . . . .	78
B.13.Test2: JMeter Response Times Over Time Owncloud . . . . .	79
B.14.Test2: JMeter Response Times Over Time Pydio . . . . .	79
B.15.Test3: JMeter Monitoring Owncloud . . . . .	82
B.16.Test3: JMeter Monitoring Pydio . . . . .	82
B.17.Test3: Antwortzeiten Owncloud . . . . .	83
B.18.Test3: Antwortzeiten Pydio . . . . .	83
B.19.Test3: Durchsatz Owncloud . . . . .	83
B.20.Test3: Durchsatz Pydio . . . . .	84
B.21.Test3: JMeter Active Threads Over Time Owncloud . . . . .	84
B.22.Test3: JMeter Active Threads Over Time Pydio . . . . .	85
B.23.Test3: JMeter Response Times Over Time Diagramm . . . . .	85
B.24.Test3: JMeter Response Times Over Time Pydio . . . . .	86
B.25.Test4: JMeter Monitoring Owncloud . . . . .	89
B.26.Test4: JMeter Monitoring Pydio . . . . .	89
B.27.Test4: Antwortzeiten Owncloud . . . . .	90
B.28.Test4: Antwortzeiten Pydio . . . . .	90
B.29.Test4: JMeter Active Threads Over Time Owncloud . . . . .	91
B.30.Test4: JMeter Active Threads Over Time Pydio . . . . .	91
B.31.Test4: JMeter Response Times Over Time Owncloud . . . . .	92
B.32.Test4: JMeter Response Times Over Time Pydio . . . . .	92

## Tabellenverzeichnis

5.1. Qualitative Evaluation Vergleichstabelle . . . . .	36
6.1. Testgruppen . . . . .	55
B.1. Ergebnisse parallele Aufrufe Owncloud . . . . .	74
B.2. Ergebnisse parallele Aufrufe Pydio . . . . .	74
B.3. Ergebnisse parallele Downloads Owncloud . . . . .	80
B.4. Ergebnisse parallele Downloads Pydio . . . . .	81
B.5. Ergebnisse parallele Uploads Owncloud . . . . .	87
B.6. Ergebnisse parallele Uploads Pydio . . . . .	88
B.7. Ergebnisse parallele Down- und Down- und Uploads Owncloud . . . .	93
B.8. Ergebnisse parallele Down- und Down- und Uploads Pydio . . . . .	94

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AGPLv3</b>	GNU Affero General Public License Version 3.....	32
<b>API</b>	Application programming Interface .....	5
<b>BSI</b>	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik.....	8
<b>CIFS</b>	Common Internet File System	
<b>CPU</b>	Central Processing Unit	
<b>ENISA</b>	European Network and Information Security Agency.....	7
<b>EULA</b>	End User License Agreement .....	33
<b>FAQ</b>	Frequently Asked Question .....	15
<b>FTP</b>	File Transfer Protocol	
<b>GPLv3</b>	GNU General Public License Version 3.....	33
<b>HTTP</b>	Hypertext Transfer Protocol	
<b>JDBC</b>	Java Database Connectivity	
<b>LDAP</b>	Lightweight Directory Access Protocol .....	5
<b>NFS</b>	Network File System	
<b>NIST</b>	National Institute of Standards and Technology .....	7
<b>PDF</b>	Portable Document Format	
<b>PHP</b>	Hypertext Preprocessor	
<b>REST</b>	Representational State Transfer	
<b>RMI</b>	Remote Method Invocation .....	42
<b>RPS</b>	Requests per Second.....	46
<b>SaaS</b>	Software as a Service .....	14
<b>sächsDSG</b>	Sächsisches Datenschutzgesetz .....	4
<b>SMB</b>	Server Message Block	
<b>SOAP</b>	Simple Object Access Protocol	
<b>SSH</b>	Secure Shell	
<b>URZ</b>	Universitätsrechenzentrum .....	1
<b>VDSL</b>	Very High Speed Digital Subscriber Line	
<b>VPN</b>	Virtual Private Network	
<b>VPSH</b>	Virtual Private Server Hosting.....	40
<b>WebDav</b>	Web-based Distributed Authoring and Versioning	

# 1. Einleitung

Aus der stetigen Entwicklung neuer Technologien resultieren ständig neue Erwartungen an die dahinter liegenden Ressourcen. Anwendungen stellen immer größere Anforderungen insbesondere an Rechengeschwindigkeit und Speicherplatz. Auch die Vernetzung der einzelnen Systeme wird immer komplexer und stellt klassische Infrastrukturmodelle in Frage. Zum anderen werden diese Ressourcen nicht immer gleichmäßig ausgelastet und verursachen dadurch unnötige Investitionen. [AFG<sup>+</sup>10, S. 1] Im Kontext dieser Entwicklung gilt das Prinzip *zu jeder Zeit, an jedem Ort, mit jedem Gerät*. Diese Aussage führt die wachsende Mobilität und ständige Erreichbarkeit an und den damit verbundenen Wunsch, auf Informationen zu jedem Zeitpunkt Zugriff zu erhalten.

Die Realisierung dieser Forderung erfolgt durch zentrale Sync,n‘Share-Dienste, die sowohl vertikal- als auch horizontal skalierbar sind. Die vorhandenen Ressourcen können somit effizienter genutzt werden und die Bereitstellung der Informationen ermöglicht ihre permanente Verfügbarkeit.[KPM15, S.27]

Gemeinsam mit den Mitarbeitern des Universitätsrechenzentrums (URZs) der TU Chemnitz wurden die Mindestanforderungen an ein Sync,n‘Share-Dienst in einem Lastenheft festgehalten.

Im Fokus dieser Bachelorarbeit werden ausgewählte technische Lösungen mittels des Lastenheftes untersucht und Schlussfolgerungen über ihre Verwendbarkeit an der TU Chemnitz getroffen.

Um quantitative Aussagen über Performance und Skalierbarkeit machen zu können, werden Benutzerinteraktionen simuliert. Als Benchmarking-Software kommt *Apache JMeter* zum Einsatz. Die Testsets werden selbst erzeugt. Wenn möglich, sollen optimierte Konfigurationen aus den gesammelten Daten abgeleitet werden.

## 1.1. Aktuelle Beispiele aus dem Alltag

Die nachfolgenden Beispielszenarien sollen helfen ein besseres Verständnis von der Bedeutung eines Sync,n'Share-Dienstes zu erlangen. Gleichzeitig soll die Weitläufigkeit dieser Thematik veranschaulicht und die Motivation dieser Bachelorarbeit aufgezeigt werden.

### **Außendienst Mitarbeiter in einer Versicherung**

Die Zeiten in denen Außendienstmitarbeiter mit Ordnern und Formularen gefüllten Taschen zu ihren Kunden kamen, sind vorbei. Heutzutage sind die meisten Mitarbeiter mit einem Laptop oder Tablet ausgestattet. Dank mobilen Internets können sie Vor-Ort-Informationen abrufen, Verträge direkt abschließen und Kundentermine verwalten.<sup>1</sup> Dafür müssen jedoch die Daten zentral bereit gestellt werden und von überall abrufbar sein. Damit besteht für den Kunden die Möglichkeit seine Verträge und Daten online einzusehen und gegebenenfalls Veränderungen vorzunehmen.

### **Familie**

Dass jedes Familienmitglied einen eigenen Computer besitzt, gehört inzwischen der Normalität an. Häufig werden diese durch Handy und auch Tablet ergänzt. Dies führt häufig dazu, dass Daten wie Urlaubsfotos und Musik redundant auf mehreren Geräten verteilt sind. Ist ein Datenspeicher defekt, sind häufig nur ein Teil der Daten unweigerlich verloren. Jedoch ist das nicht immer gewährleistet und meist handelt es sich dabei nicht um ein bewusstes Verhalten. Auch führt die Mehrfachspeicherung der Daten auf verschiedenen Endgeräten zu inhomogen Mengen und unnötiger Speicherbelegung. Ein weiteres Bedürfnis ist der Zugriff auf die Daten von unterwegs, um zum Beispiel Angehörigen und Freunden Urlaubsfotos präsentieren zu können. Das Bereitstellen einer Sync,n'Share Lösung in diesem Fall ermöglicht das konsistente, zentrale Vorhalten der Daten und schützt vor Datenverlust. Auch ist so ein externer Zugriff - wenn gewünscht - realisierbar.

### **Universität**

Um Studenten Skripte für die Vorlesungen bereit zu stellen, werden diese häufig auf unterschiedlichen Universitätsseiten verlinkt oder alternative Möglichkeiten zum Herunterladen angegeben. Einheitliche Übersichten fehlen und eine zentrale Möglichkeit

---

<sup>1</sup>Zeit Online: Allianz Deutschland setzt auf Vodafone, URL: [http://www.zeit.de/specials/vodafone/allianz\\_deutschland/seite-3](http://www.zeit.de/specials/vodafone/allianz_deutschland/seite-3), 5.09.2015

auf die Daten zuzugreifen ist nicht vorhanden. Das Mitwirken an wissenschaftlichen Projekten gehört an einer Universität ebenso zum Alltag. Der Zugriff auf Projektdaten und wissenschaftliche Dokumente unterliegt meistens keinen Restriktionen. Bei Nutzung durch mehrere Mitarbeiter kommt es häufig zu Inkonsistenzen zwischen den verschiedenen Dateiversionen. Ein Zugriff durch externe Personen gestaltet sich ebenfalls oft als sehr schwierig, da keine einheitlichen Zugriffsstrukturen vorhanden sind. Die Verwendung eines Sync,n‘Share-Dienstes gestattet es, Daten untereinander freizugeben und im Kollektiv daran zu arbeiten. Für Studenten bietet sich die Möglichkeit, Skripte und andere Unterlagen an einer zentralen Anlaufstelle zu erhalten. Berechtigungen können verwaltet werden und verhindern somit den unbefugten Zugriff. Auch externe Mitarbeiten können einfach integriert werden.

## 1.2. Datenschutz

„Die Technische Universität Chemnitz unterliegt als öffentliche Stelle den Bestimmungen des Sächsischen Datenschutzgesetzes (Sächsisches Datenschutzgesetz - sächDSG) sowie den einschlägigen gesetzlichen Grundlagen mit Bestimmungen zum Schutz des Rechtes auf informationelle Selbstbestimmung.“<sup>2</sup>[Wei10]

Um die Einhaltung dieser Bestimmungen zu gewährleisten, ist es notwendig, dass sowohl Forschungsdaten als auch personenbezogene Daten auf deutschem Hoheitsgebiet gespeichert und verarbeitet werden. Um Studenten und Mitarbeitern einen adäquaten Dienst zum Verwalten ihrer Daten zur Verfügung zu stellen, der auch die Anforderungen an den sächsischen Datenschutz erfüllt, ist der lokale Betrieb einer Sync,n‘Share Lösung die bevorzugte Wahl.

---

<sup>2</sup>TU Chemnitz: Datenschutzerklärung, URL: <https://www.tu-chemnitz.de/tu/impressum.html>, 5.09.2015

### **1.3. Implementation eines Sync,n‘Share-Dienstes**

Ziel der Technischen Universität Chemnitz ist die Implementation eines zentralen Sync,n‘Share-Dienstes für Mitarbeiter und Studenten unter der genannten Voraussetzung des Sächsisches Datenschutzgesetz (sächDSG). Gemeinsam mit den Mitarbeitern des URZs wurden die Mindestanforderungen in einem Lastenheft festgehalten. In dieser Bachelorarbeit werden dazu im Betrachtungen durchgeführt und theoretische Vorentscheidungen getroffen. Die nachfolgenden Kapitel vermittelt zunächst Vorkenntnisse im Bereich Cloud Computing und Anforderungen an den Sync,n‘Dienst. Anschließend werden ausgewählte technische Lösungen mittels des Lastenheftes untersucht und Schlussfolgerungen über deren Verwendbarkeit gemacht. Benchmark Tests sollen zudem quantitative Aussagen über Performance und Skalierbarkeit ermöglichen. Abschließend sollen die Ergebnisse ermöglichen eine fundierte Entscheidung zu treffen.

## 2. Aktuelle Situation an der TU Chemnitz

Für den Einsatz einer Sync,n'Share Lösung an der TU Chemnitz gibt es eine Vielzahl an Anforderungen, die es bei dem Entscheidungsprozess zu beachten gilt. Diese Anforderungen wurden durch Mitarbeiter des Universitätsrechenzentrums erstellt. Auch Wünsche von interessierten Studenten und die Erfahrungen mit aktuell zum einsatz kommenden Anwendungen wurden berücksichtigt. Die zusammengetragenen Anforderungen lassen sich in verschiedene Kategorien einordnen.

### 2.1. Administrative Anforderungen

Die Installation und Konfiguration der Anwendung muss auf den lokalen Servern der Universität realisierbar sein, die zudem eine stark heterogene IT-Landschaft aufweist. Das Einbinden aller Endgeräte muss dennoch möglich sein. Wünschenswert ist es auch die vorhandene Infrastruktur einzubeziehen. Die vorhandenen Speichersysteme sollen ohne Aufwand angebunden werden können und der Zugriff auf vorhandene Daten ohne Migration stattfinden. Die Authentifizierung soll ohne Datenreplikation auskommen und das vorhandene *Lightweight Directory Access Protocol (LDAP)* beziehungsweise *Shibboleth* als Quelle nutzen können. Selektive Einbindung von Verzeichnissen, sowie das Bereitstellen von Gruppenressourcen für Projekte sind für eine einfache Administration wünschenswert. Die Verfügbarkeit von Application programming Interfaces (APIs) bietet die Integration an vorhandene Verwaltungsprogramme und vereinfacht automatisierte Prozesse.



## 2.2. Benutzeranforderungen

Hauptaugenmerk dieser Anforderungen gilt dem Endanwender - Erfahrungen und Wünsche wurden beachtet. Für den sinnvollen Einsatz und der einfachen Verwendung des Sync,n'Share-Dienstes muss dieser Funktionen bieten, welche die alltägliche Arbeit vereinfachen.

So sollen Daten nicht nur zentral gespeichert werden und immer verfügbar sein, sondern auch die Interaktion mit diesen Daten sollte jederzeit ermöglicht werden. Welche Daten synchronisiert werden sollen, muss selektiv auswählbar sein. Wichtig ist zudem die Möglichkeit, Daten für externe Personen freizugeben. Somit kann der kontrollierte Zugriff auf sensible Daten reguliert werden.

Entscheidend für den Erfolg der Sync,n'Share-Lösungen ist die intuitive Nutzbarkeit, ohne dass der Endanwender längere Einarbeitungszeit benötigt.

## 3. Cloud Computing

### 3.1. Erklärung

Der Begriff Sync,n‘Share-benennt im Wesentlichen die Grundmerkmale eines solchen Dienstes und wird als Synonym für den hier verwendeten Begriff Cloud verwendet. Das Wort Cloud Computing gilt als neues Schlagwort, welches in den Medien große Verbreitung fand. Es galt als Revolution und sollte die Speicherung von Daten, wie man sie bisher kannte, revolutionieren. Wurden Daten wie bislang auf dem lokalen Datenträger zu Hause abgespeichert, sollen diese nun in der ‚Wolke‘ landen. „Das würde den Zugriff von überall zu jeder Zeit ermöglichen - wie Strom aus der Steckdose.“[BHSS12, S. 4][Car09]

### 3.2. Definition

Zwischen den verschiedenen Definitionen, die in Vorträgen und Publikationen zum Thema Cloud Computing Verwendung finden, gibt es zahlreiche Überschneidungen. Eine feste, einheitliche Definition dieses Begriffes hat sich jedoch noch nicht durchgesetzt. Daher werden hier verschiedene Definitionen vorgestellt.

Eine in Fachkreisen favorisierte Definition stammt von der US-amerikanischen Standardisierungsstelle National Institute of Standards and Technology (NIST), die ebenso bei der European Network and Information Security Agency (ENISA) verwendung findet:

„Cloud Computing ist ein Modell, das es erlaubt bei Bedarf, jederzeit und überall bequem über ein Netz auf einen geteilten Pool von konfigurierbaren Rechnerressourcen (z. B. Netze, Server, Speichersysteme, Anwendungen und Dienste) zuzugreifen, die schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion zur Verfügung gestellt werden können.“[fSidII12, S. 14][JG11, S. 3]

Eine andere Definition bezieht sich mehr auf die Industrialisierung von IT-Ressourcen:

„Cloud Computing beinhaltet Technologien und Geschäftsmodelle um IT-Ressourcen dynamisch zur Verfügung zu stellen und ihre Nutzung nach flexiblen Bezahlmodellen abzurechnen. Anstelle IT-Ressourcen, beispielsweise Server oder Anwendungen, in unternehmenseigenen Rechenzentren zu betreiben, sind diese bedarfsorientiert und flexibel in Form eines dienstleistungsbasierten Geschäftsmodells über das Internet oder ein Intranet verfügbar.“<sup>1</sup>

Auch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hat für das Cloud Computing eine Definition festgelegt:

„Cloud Computing bezeichnet das dynamisch an den Bedarf angepasste Anbieten, Nutzen und Abrechnen von IT-Dienstleistungen über ein Netz. Angebot und Nutzung dieser Dienstleistungen erfolgen dabei ausschließlich über definierte technische Schnittstellen und Protokolle. Die Spannbreite der im Rahmen von Cloud Computing angebotenen Dienstleistungen umfasst das komplette Spektrum der Informationstechnik und beinhaltet unter anderem Infrastruktur (z. B. Rechenleistung, Speicherplatz), Plattformen und Software.“[fSidI12, S. 14]

Für den weiteren Verlauf dieser Bachelorarbeit wird sich immer auf diese Definition des BSI bezogen.

### 3.3. Eigenschaften eines Cloud Services

Zur Charakterisierung eines Cloud Dienstes wurden folgende Eigenschaften definiert [fSidI12, S. 14][Wei10, S. 3]:

- *On-demand Self Service*: Die Provisionierung unter anderem von Rechenleistung oder Speicher läuft automatisch ohne Interaktion mit dem Service-Provider ab.
- *Broad Network Access*: Die Erreichbarkeit der Services muss über standardisierte Zugänge ermöglicht werden.
- *Resource Pooling*: Die Anwender teilen sich ein Ressourcen-Pool. Der Ressourcen-Standort obliegt den Anbietern. Die Möglichkeit den Speicherort

---

<sup>1</sup>Springer-Gabler Wirtschaftslexikon: Cloud Computing, URL: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/cloud-computing.html>, 6.09.2015

auf eine Region, Land oder Rechenzentrum festzulegen, kann gegebenenfalls vertraglich festgehalten werden.

- *Rapid Elasticity*: Die Skalierung der Services ist elastisch und kann schnell geändert werden, zum Teil auch automatisch. Für den Anwender gibt es keine scheinbaren Ressourcengrenzen.
- *Measured Services*: Die Überwachung und Messung der genutzten Ressourcen erfolgt kontinuierlich.

## 3.4. Organisatorische Arten

Es existieren verschiedene Arten von Cloud-Service. Folgende Einteilung ist üblich: [Bau12][fSidII2, S. 17]

### 3.4.1. Private Cloud

Diese wird nur für eine Institution betrieben und durch diese selbst oder einem Dritten organisiert. Es existieren keine Datenschutzprobleme. Kosten für die eigene Hardware, Stellplätze und Administration sind jedoch ähnlich hoch wie bei einer klassischen Infrastruktur.

### 3.4.2. Öffentliche Cloud

Die Dienstanbieter und -nutzer sind nicht identisch. Die Anbieter verfolgen kommerzielle Geschäftsmodelle und stellen diese Leistung in unterschiedlichen Abrechnungsmodellen zur Verfügung. Kosten für Anschaffung, Betrieb und Wartung für Hardware entfallen. Datenschutzprobleme können auftreten und der Wechsel zwischen verschiedenen Anbietern kann zum *Lock-in* führen. Unter diesem Begriff versteht man das erschwerte Wechseln zu Konkurrenzanbietern, mit dem Ziel die Bindung an das eigene Angebot zu erhöhen. „Hier spricht man auch von Wechselkosten für den Kunden, die durch vertragliche, preisliche oder technische Maßnahmen erhöht werden können.“<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Computerwoche: Die Datenportabilität in der Cloud hakt, URL: <http://www.computerwoche.de/a/die-datenportabilitaet-in-der-cloud-hakt>, 2539720, 6.09.2015

#### 3.4.3. Hybride Cloud

Öffentliche und private Clouds werden gemeinsam in einer IT-Infrastruktur bereitgestellt. Die Verwendung einer öffentlichen Cloud stellt eine zusätzliche Redundanz dar, auf die bei großen Lastspitzen oder zum Abspeichern großer Sicherheitskopien zurückgegriffen werden kann. *Lock-in* ist keine Gefahr. Datenschutzprobleme können bei Nutzung der öffentlichen Cloud jedoch entstehen.

Dies sind die typischen Arten von Clouds. Es gibt jedoch weitere spezifische Definitionen.

#### 3.5. Service Modelle: Drei Schichten Architektur

Je nach Zielsetzung existieren unterschiedliche Cloud-Computing-Architekturen. Diese sind nach den Anforderungen unterschiedlich stark abstrahiert und bieten dem Anwender insofern mehr Flexibilität als sie nur die Ressourcen nutzen müssen, die sie auch wirklich benötigen. [Bau12][fSid12, S. 17]

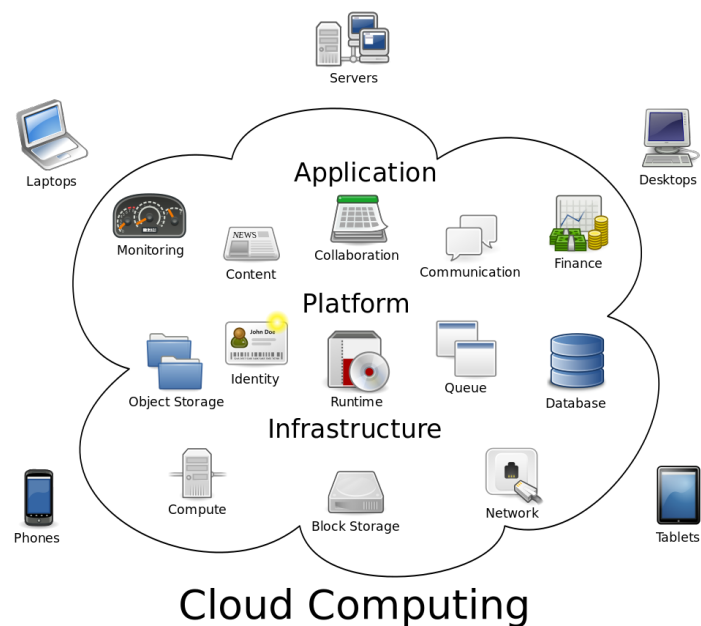


Abbildung 3.1.: Elemente der Cloud Computing Architektur<sup>3</sup>

#### **3.5.1. Software as a Service**

Die Dienstbetreiber stellen den Kunden Webanwendungen zur Verfügung. Zum Verwenden benötigt der Anwender lediglich einen Browser und kann somit auf die lokale Installation verzichten. Der Kunde muss sich um Administration und Hardware nicht kümmern. Die Einhaltung des Datenschutzes obliegt dem Anbieter.

#### **3.5.2. Platform as a Service**

Dem Kunden steht eine skalierbare Laufzeitumgebung zur Verfügung. Die Zielgruppe der Anbieter sind Entwickler von Webanwendungen. Über Schnittstellen können bereitgestellte Dienste des Anbieters verwendet werden. Somit lassen sich Mandantenfähigkeit, Zugriffskontrolle oder Datenbanken als Service nutzen. Auf das Betriebssystem und Hardware hat der Kunde keinen Einfluss, jedoch besitzt er die Kontrolle über die Speicherung seiner Daten.

#### **3.5.3. Infrastructure as a Service**

Der Anbieter stellt Ressourcen wie zum Beispiel Rechenleistung, Arbeitsspeicher und Datenspeicher zur Verfügung. Die Bereitstellung der Ressourcen für den Kunden erfolgt virtualisiert und kann somit jederzeit nach oben oder unten skaliert werden. Der Kunde hat im Rahmen seiner Instanzen Administrationsrechte und kann darauf aufbauend das Betriebssystem mit Diensten seiner Wahl für interne oder externe Verwendung betreiben.

---

<sup>3</sup>Wikipedia: Cloud Computing, URL: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Cloud\\_computing.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Cloud_computing.svg), 6.09.15

## 4. Ausgewählte Cloud Dienste

Auf dem Markt gibt es zahlreiche Anbieter und Produkte für Cloud-Lösungen. Bei der Auswahl liegt der Fokus auf selbst gehosteten Anwendungen, die nicht von der Drei-Schichten-Architektur (vgl. Kapitel 3.5) abhängig sind. Für diese Evaluation wurden die bekanntesten und am häufigsten verwendeten Anwendungen selektiert. Nachfolgend sollen die ausgewählten Dienste vorgestellt werden.

### 4.1. AeroFS

*AeroFS* ist das Produkte der Firma Air Computing Inc. Dabei handelt es sich um ein junges Startup, das durch zahlreiche Investoren, u.a. Andreessen-Horowitz und Yahoo-Gründer Jerry Yang, finanziert wird. Wie auch eins *Dropbox*, ist *AeroFS* den Startup-Accelerator Y Combinator durchlaufen.

Es funktioniert dabei nach dem Peer-to-Peer Prinzip, d.h. die Daten werden nicht zentral gespeichert, sondern zwischen den verschiedenen Endgeräten synchronisiert. Optional besteht die Möglichkeit, einen zentralen Server bereitzustellen, der alle Daten zusätzlich vorhält und als Schnittstelle zur Außenwelt dient. Bis zu 30 Nutzer können *AeroFS* kostenlos verwenden. Der sinnvolle Einsatz ist hingegen nur mit der Enterprise Version möglich.<sup>1 2 3</sup>

---

<sup>1</sup> AeroFS.com, URL: <http://www.golem.de/news/aerofs-das-bessere-dropbox-1304-98485-2.html>, 24.10.2015

<sup>2</sup> Golem.de: Das bessere Dropbox?, URL: <http://www.golem.de/news/aerofs-das-bessere-dropbox-1304-98485-2.html>, 24.10.2015

<sup>3</sup> Netzwelt: AeroFS: Unlimitierter Speicherplatz mit Peer-to-Peer-Anbindung, URL: <http://www.netzwelt.de/news/90199-aerofs-unlimitierter-speicherplatz-peer-to-peer-anbindung.html>, 24.10.2015

### 4.2. GoodSync

Die von Siber Systems Inc. entwickelte Cloud Lösung bietet neben der klassischen Synchronisation von Klient zu Server, auch eine Peer-to-Peer Verbindung zwischen Endgeräten, ähnlich *AeroFS*. Aktuell liegt *GoodSync* in Version 9 vor.<sup>4 5</sup>

### 4.3. Owncloud

Bei *Owncloud* handelt es sich um eine deutsche Open Source Cloud Lösung, die jedoch auch als Enterprise Version erhältlich ist und durch die gleichnamige Firma betreut wird. Da sie in PHP geschrieben ist, läuft sie auf jeden Webserver und ist daher sehr populär. Der Funktionsumfang geht weit über das klassische Sync,n‘Share hinaus und bietet dank großer Community eine Vielzahl an Erweiterungen. Aktuell ist die Version 8.1<sup>6 7</sup>

### 4.4. Pydio

Vormals als *Ajaxplorer* bekannt, liegt *Pydio* inzwischen in Version 6.0.7 vor. Als Hobbyprojekt gestartet, ist es eine der bekanntesten Open Source Cloud Lösungen, die in vielen Firmen eingesetzt wird. Die vom Hauptentwickler gegründete Firma Abstrium SAS, bietet ähnlich *Owncloud*, eine Enterprise Version an, die bis 10 Nutzer kostenlos verwendet werden darf. Da es ebenfalls in PHP geschrieben ist, werden keine großen Voraussetzungen für den Betrieb benötigt. Der Funktionsumfang geht ebenfalls weit über das klassische Sync,n‘Share hinaus.<sup>8 9</sup>

---

<sup>4</sup>Goodsync.com, URL: <http://www.goodsync.com/de/>, 24.10.2015

<sup>5</sup>Computerwoche.de: Dateien und Ordner überall synchronisieren, URL: <http://www.computerwoche.de/a/dateien-und-ordner-ueberall-synchronisieren>, 2516243, 3, 24.10.2015

<sup>6</sup>Owncloud.com, URL: <https://owncloud.com/about/>, 24.10.2015

<sup>7</sup>Golem.de, URL: <http://www.golem.de/specials/owncloud/>, 24.10.2015

<sup>8</sup>Pydio.com, URL: <https://pydio.com/>, 24.10.2015

<sup>9</sup>Heise.de: Dropbox-Alternative: Filesharing-Software Pydio 6, URL: <http://www.heise.de/open/meldung/Dropbox-Alternative-Filesharing-Software-Pydio-6-2480415.html>, 24.10.2015



### 4.5. Seafile

Ursprünglich als Kollaborationsplattform geplant, entwickelte sich Seafile zu einer beliebten Open Source Cloud Lösung. Um der deutschen Community gerecht zu werden, wurde hierfür extra die Seafile GmbH gegründet. Zur Zeit steht die Version 4.4 zur Verfügung. Neben der Open Source Edition mit eingeschränkten Funktionen, gibt es auch eine Enterprise Version. Diese kann ebenfalls bis zu 3 Nutzer kostenlos benutzt werden.<sup>10 11</sup>

### 4.6. Syncplicity

Syncplicity gehörte als Produkt bis Mitte 2015 zu dem weltweit bekannten IT-Konzernen EMC<sup>2</sup>. Es wurde jedoch an Skyview Capital verkauft und agiert nun als eigenständiges Unternehmen weiter. Als einziges Produkt handelt es sich hier um eine Software as a Service (SaaS) Lösung (vgl. Kapitel 3.5.1).<sup>12 13</sup>

---

<sup>10</sup>Seafile.com, URL: <https://www.seafile.com/en/about/>, 24.10.2015

<sup>11</sup>Linux-magazin.de: Dropbox-Alternative Seafile 3.0 mit überarbeiteter Oberfläche, URL: <http://www.linux-magazin.de/Ausgaben/2012/05/Eigene-Cloud>, 24.10.2015

<sup>12</sup>Syncplicity.com, URL: <https://www.syncplicity.com>, 24.10.2015

<sup>13</sup>ZDnet.de: EMC verkauft Syncplicity-Sparte an Skyview Capital, URL: <http://www.zdnet.de/88240105/emc-verkauft-syncplicity-sparte-an-skyview-capital/>, 24.10.2015

## 5. Qualitative Evaluation

Um qualitative Aussagen über die Nutzbarkeit der vorgestellten Cloud-Lösungen (siehe. Kapitel 4) machen zu können, sollen diese im folgenden Kapitel einzeln evaluiert werden. Die Anforderungen an die Cloud-Lösungen sind mit den Mitarbeitern des URZs zu einem Lastenheft zusammen getragen worden. Abschließend werden die Erkenntnisse in einer Übersicht zusammengefasst. Durch diese ist es möglich die geeigneten Anwendungen zu selektieren und die Anzahl der Cloud-Lösungen zu reduzieren. Für die nachfolgende Evaluation wird beziehungsweise auf die unterschiedlichen im Kapitel 2 genannten Anforderungsprofile, die Perspektive der Administration und der Endanwender separat betrachtet.

### 5.1. Dokumentation

Die Dokumentation ist weder ausschlaggebend für den Betrieb, noch hat sie Einfluss auf die Funktionalität des Produktes. Dennoch kann sie entscheidend sein, da sie ausführliche Beschreibungen über die Einrichtung und Konfiguration einer Anwendung liefert. Dabei sollten Informationen über technische Anforderungen ebenso von Bedeutung sein, wie auch administrative Hilfestellungen. Eine umfangreiche und gepflegte Dokumentation hilft, Zeit und Kosten zu sparen, indem sie aufkommende Fragen schnell klärt und Fehler verhindert. Frequently Asked Questions (FAQs) stellen dabei eine Sammlung der häufigsten Fragen dar. Beispielszenarien helfen, zusammenhängende Abläufe leichter zu verstehen. Grafiken können für den unerfahrenen Nutzer den Umgang verständlicher wiedergeben als Texte, die den Nutzern aufwendig Schritt für Schritt Sachverhalte erklären. Administratoren als auch Nutzern sollte durch die Dokumentation der Umgang mit dem Produkt erleichtert werden und zu einem reibungslosen Einstieg verhelfen. Natürlich ist der Umfang einer Dokumentation abhängig von der Art des Produktes. SaaS Lösungen benötigen keinerlei Informationen über die Einrichtung oder die korrekte Konfiguration.

Alle sechs Cloud-Lösungen bieten eine sofort nutzbare Dokumentation an. Der Umfang der jeweiligen Dokumentationen sind für Administratoren, Nutzer und Entwickler sehr differenziert. *GoodSync* stellt neben einer „5-Minuten Anleitung“ ein

ausführliches Handbuch zur Verfügung, das die Funktionalitäten in allen Details beschreibt. Allgemeine FAQs helfen zusätzlich bei typischen Anwenderfragen. Eine Dokumentation über die Enterprise Version, oder über die API für Entwickler, sind jedoch nicht existent.<sup>1 2</sup> *AeroFS* bietet Administratoren, als auch für Endanwender lediglich ausführliche FAQs an. Eine kleine zusätzliche Anleitung visualisiert die Installation und die Bedienung der Anwendung. Eine wirkliche Dokumentation gibt es jedoch nur für die API Entwicklung. Des weiteren stehen White Paper zu verschiedenen Aspekten der Cloud Lösung bereit.<sup>3 4</sup> Die drei Open Source Lösungen *Owncloud*, *Pydio*, *Seafile* sowie *Syncplicity* heben sich von den anderen Lösungen in puncto Dokumentation eindeutig ab. Alle vier bieten ausführliche Handbücher für Administratoren, Nutzer und Entwickler an. Zusätzlich sind die APIs ausführlich beschrieben und anhand von Beispielen erklärt. *Owncloud* sticht insofern heraus, als es für jede Version eine neue Dokumentation bereit stellt. Veränderungen im Funktionsumfang, werden dadurch unmissverständlich getrennt. Die Dokumentation bleibt so stets aktuell und übersichtlich. FAQs sind ebenfalls vorhanden und beantworten ein breites Spektrum an häufigen Fragen. Für ungeklärte Fragen und Probleme steht zusätzlich ein Forum zur Verfügung, in der sich die Anwender untereinander austauschen und helfen können. *Syncplicity* bietet hingegen insbesondere für Universitäten zusätzliche Materialien, so wie Dokumentationen an.<sup>5 6 7 8</sup> Entsprechend stehen für die drei Open Source Varianten auch Enterprise Version zur Verfügung. Auf den separaten Webseiten stehen ebenso White Paper, zur Erläuterung der verwendeten Technologien bereit.<sup>9 10 11</sup>

---

<sup>1</sup>Goodsync.com: Support, URL: <http://www.goodsync.com/de/support>, 24.10.2015

<sup>2</sup>Enterprise.goodsync.com, URL: <http://enterprise.goodsync.com/>, 24.10.2015

<sup>3</sup>Support.aerofs.com, URL: <https://support.aerofs.com/hc/en-us>, 24.10.2015

<sup>4</sup>Aerofs.com: Developers, URL: <https://www.aerofs.com/developers/>, 24.10.2015

<sup>5</sup>Doc.owncloud.org, URL: <https://doc.owncloud.org/>, 24.10.2015

<sup>6</sup>Pydio.com: Docs, URL: <https://pydio.com/en/docs>, 24.10.2015

<sup>7</sup>Handbuch.seafile-server.org, URL: <http://handbuch.seafile-server.org/>, 24.10.2015

<sup>8</sup>Syncplicity: Support: <https://syncplicity.zendesk.com/hc/en-us>, 24.10.2015

<sup>9</sup>Owncloud.com: Resources, URL: <https://owncloud.com/de/resources/>, 24.10.2015

<sup>10</sup>Pydio.com: Why Enterpris Distribution, URL: <https://pydio.com/en/why-pydio/why-enterprise-distribution>, 24.10.2015

<sup>11</sup>Seafile.de, URL: <https://seafile.de/>, 24.10.2015

## 5.2. Zugang, Clients

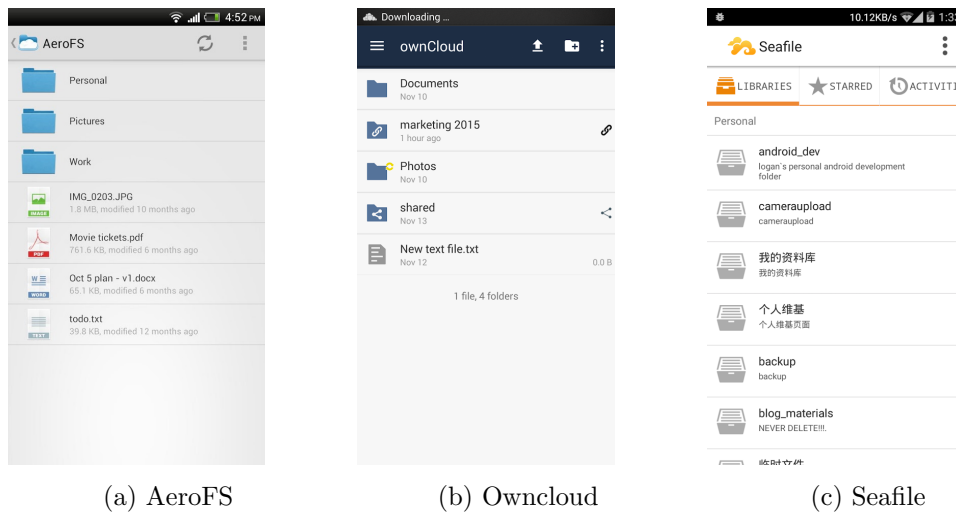
Der Grundgedanke einer Cloud Lösung ist das speichern seiner Daten an einer zentralen Stelle und der in Bezug auf das in Kapitel 1 genannte Zugriffsprinzip: *Zu jeder Zeit, an jedem Ort, mit jedem Gerät*. Um diesen Zugang zu ermöglichen, müssen für die verschiedenen Endgeräte Zugriffsschnittstellen vorhanden sein, die durch Client Anwendungen auf allen geläufigen Geräten bereitstehen. Die Clients sollten die typischen Funktionalitäten für die Datenverarbeitung unterstützen und somit die Bearbeitung der Daten bei Geräte Wechsel nahtlos ermöglichen. Häufig kommt es vor das Nutzer mehrere Cloud Konten nutzen, daher sollte der Client multiple Kontenverwaltung unterstützen. Auch das teilen von Daten, egal ob intern oder an externe, sollte flexibel möglich sein.

### 5.2.1. Mobile

Das Smartphone ist weit verbreitet und fester Bestandteil der täglichen Arbeitsgeräte. Aus diesem Grund ist es notwendig, für die gängigen Smartphones beziehungsweise für die geläufigen Betriebssysteme Client Anwendungen zur Verfügung zu stellen. Unter anderem sollte der Zugriff auf die zentralen Daten und das lokale Zwischenspeichern auf dem Gerät ermöglicht werden. So sollte es dem Nutzer möglich sein auch im Falle von eingeschränkter Internet Konnektivität, mit seinen Daten zu arbeiten und diese später mit seiner Cloud zurück zu synchronisieren. Eine sekundäre Funktion, die dennoch von vielen Anwendern genutzt wird, ist die automatische Synchronisation von Fotoaufnahmen.

Für alle Anwendungen sind native Clients für die Google Android und Apple iOS vorhanden, da diese die meist verbreitetsten Betriebssysteme sind. Als einziges bietet *Syncplicity* einen nativen Windows Phone Client an. Blackberry OS wird von keinem Anbieter nativ unterstützt. Die geringste Funktionsvielfalt besitzt *AeroFS* und der *GoodSync* Client. Der *GoodSync* Client dient lediglich als Verbindungsschnittstelle, um über den Desktop Zugriff auf das Smartphone zu erlangen. Das Verwalten und Bearbeiten der Daten über den Client ist nicht möglich. *AeroFS* ermöglicht nur das betrachten der Daten, jedoch ist das Bearbeiten und erneute

Synchronisieren der Daten nur iOS vorbehalten.<sup>12</sup> <sup>13</sup> <sup>14</sup> Die restlichen vier Clients erfüllen die Anforderungen ohne Einschränkungen. So werden Kamerafotos automatisch in die Cloud synchronisiert, Daten können betrachtet, bearbeitet und anschließend aktualisiert werden. Auch selektiver Sync, n‘Share ist möglich. Während *Owncloud* und *Pydio* offline Daten als Cache realisieren, bieten *Seafile* und *Synpclicity* die Funktion, favorisierte Daten gezielt lokal verfügbar zu halten. Die beiden letztgenannten Clients zeigen zusätzlich Informationen über der geteilten Dateien und der letzten Aktivitäten. Sichtbar hebt sich *Synpclicity* von den restlichen Clients mit der intuitiven Benutzeroberfläche ab und punktet besonders bei der geschäftliche Nutzung. So können Microsoft Office Dokumente, als auch SharePoint direkt im Client geöffnet werden.<sup>15</sup> <sup>16</sup> <sup>17</sup> <sup>18</sup>



(a) AeroFS

(b) Owncloud

(c) Seafile

Abbildung 5.1.: Handy Clients für Android. Weitere Grafiken der verschiedenen Clients befinden sich im Anhang A.1.1.<sup>19</sup>

<sup>12</sup>Play.google.com, URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aerofs.android&hl=de>, 24.10.2015

<sup>13</sup>Itunes.apple.com, URL: <https://itunes.apple.com/de/app/aerofs/id778103731?mt=8>, 24.10.2015

<sup>14</sup>Goodsync.com: Platforms, URL: <http://www.goodsync.com/de/platforms>, 24.10.2015

<sup>15</sup>Owncloud.com: Mobileapps, URL: <https://owncloud.com/de/products/mobileapps/>, 24.10.2015

<sup>16</sup>Pydio.com: Web, Desktop and Mobile, URL: <https://pydio.com/en/products/web-desktop-and-mobile>, 24.10.2015

<sup>17</sup>Seafile.com: Downloads, URL: <https://www.seafile.com/en/download/>, 24.10.2015

<sup>18</sup>Synpclicity.com: Beauty and Brains: The New Synpclicity Mobile Apps, URL: <https://www.synpclicity.com/blog/beauty-and-brains-the-new-synpclicity-mobile-apps>, 24.10.2015

### 5.2.2. Desktop

Auch wenn Smartphones und Tablets den klassischen Computer verdrängen, ist er am alltäglichen Arbeitsplatz nicht wegzudenken. Hier wird der Großteil der Arbeit verrichtet und im Allgemeinen befinden sich auf ihm die meisten Dokumente. Besonders für den Desktop ist daher eine Client Anwendung für die Cloud essenziell. Es sollen Dokumente oder ganze Verzeichnisse automatisch synchronisiert werden, ohne dass der Nutzer diesen Prozess anstoßen muss. Wichtig ist auch die Möglichkeit Daten zu selektieren. Da häufig Verzeichnisstrukturen fest vorgegeben sind, muss die Synchronisation unabhängig von Pfaden oder Speicherorten sein. Da die TU Chemnitz eine heterogene IT Landschaft besitzt, müssen die Clients für alle bekannten Betriebssysteme bereitstehen.

Ob Linux, MacOS oder Windows, die Anforderung für alle drei Betriebssysteme, native Client Anwendungen zu verwenden, wird von allen Cloud-Lösungen zugelassen. Einzig *Syncplicity* bietet aktuell keinen Linux Client an. Die Verwendung multipler Konten mittels eines Clients, ist außer für *GoodSync*, bei allen integriert. Einmal konfiguriert, werden die Daten durch alle Clients überwacht und gegebenenfalls automatisch synchronisiert. Dabei unabhängig vom Speicherpfad zu sein, ermöglichen bis auf eine Ausnahme alle Anwendungen. Mit *AeroFS* ist dies nur durch ein zentrales Verzeichnis möglich.<sup>20</sup> Auch die selektive Synchronisation wird durch die restlichen Client auf unterschiedlichen Wegen ermöglicht. *GoodSync* setzt hierbei auf einen eigenen Explorer, in dem einzelne sogenannte „Jobs“ definiert werden können.<sup>21</sup> Die verbleibenden Clients setzen hingegen auf moderne Befehlsintegration innerhalb des Systems. Dateien und auch ganze Verzeichnisse können so einfach beliebig selektiert und der Cloud hinzugefügt werden. Zusätzlich stehen jeweils eine

---

<sup>19</sup>Play.google.com: AeroFS, URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aerofs.android>, 1.12.15

<sup>19</sup>Play.google.com: Owncloud, URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.seafile.seadroid2>, 1.12.15

<sup>19</sup>Play.google.com: Seafile, URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.owncloud.android>, 1.12.15

<sup>20</sup>Aerofs.com: Features, URL: <https://www.aerofs.com/features/>, 24.10.2015

<sup>21</sup>Goodsync.com: Lernprogramm für GoodSync Connect, URL: <http://www.goodsync.com/de/how-to-sync/goodsync-connect-windows>, 24.10.2015

Übersicht der überwachten Verzeichnisse zur Verfügung.<sup>22 23 24</sup>

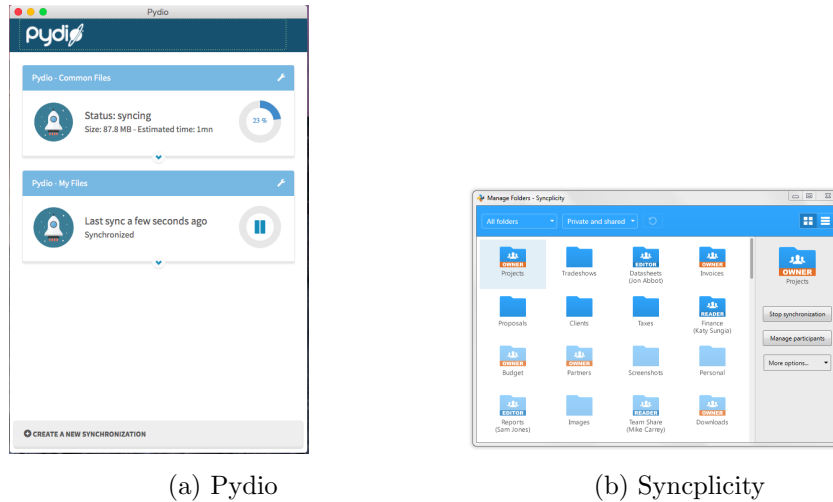


Abbildung 5.2.: Desktop Clients. Weitere Grafiken der verschiedenen Clients befinden sich im Anhang A.1.2.<sup>25</sup>

### 5.2.3. Web

Der Zugriff auf die eigenen Daten ist auch folglich erwünscht, wenn die Arbeit an einem fremden Computer stattfindet, oder das Betriebssystem des Smartphones nicht unterstützt wird. Über eine Weboberfläche kann dies immer garantiert werden. Dabei sollte die Oberfläche für alle Endgeräte geeignet sein und sich dem entsprechenden Format anpassen. Auch sollten typische Dateioperationen durch die Weboberfläche ausführbar sein. Eine Konfigurations- und Monitoring-Übersicht sollte die Administration zudem erheblich erleichtern.

<sup>22</sup>Owncloud.com: OwnCloud Desktop Client, URL: <https://owncloud.com/de/products/desktop-clients/>, 24.10.2015

<sup>23</sup>Pydio.com: PydioSync, URL: <https://pydio.com/en/products/downloads/pydiosync-desktop-app>, 24.10.2015

<sup>24</sup>Seafie.com: Installing Seafie Client Program, URL: [https://www.seafie.com/en/help/install\\_v2/](https://www.seafie.com/en/help/install_v2/), 24.10.2015

<sup>25</sup>Pydio.com: PydioSync, URL: <https://pydio.com/en/products/downloads/pydiosync-desktop-app>, 1.12.15

<sup>25</sup>Community.emc.com: Syncplicity on Windows 8.1, URL: [https://community.emc.com/community/connect/everything\\_microsoft/blog/2013/12/02/syncplicity-on-windows-81-apples-got-some-thinking-to-do](https://community.emc.com/community/connect/everything_microsoft/blog/2013/12/02/syncplicity-on-windows-81-apples-got-some-thinking-to-do), 1.12.15

*GoodSync* und *AeroFS* bieten einzig in der Enterprise-Version eine zusätzliche Verwaltungskonsolle. Diese dient jedoch ausschließlich der Administration und dem Monitoring. Die Nutzer müssen auf den Zugriff über den Browser verzichten.<sup>26</sup>  
<sup>27</sup> *Owncloud*, *Pydio*, *Seafile* und *Syncplicity* erfüllen die Anforderungen in jedem Punkt. Dem Nutzer stehen ausführliche Dateieexplorer-Übersichten mit einer Vielzahl an Funktionen zur Verfügung. Dateioperationen sind ebenso möglich, wie auch das direkte Bearbeiten und Betrachten verschiedener Dokumenttypen. *Owncloud* enthält darüber hinaus einen Webkalender und Adressbücher. Zusätzliche Erweiterungen stehen zur Verfügung.<sup>28</sup> <sup>29</sup> *Seafile* zeigt deutlich, dass es als Kollaborationsplattform gedacht ist. Neben einem Wiki steht das gemeinsame Arbeiten an Dokumenten im Vordergrund.<sup>30</sup> Alle Produkte bieten zudem eine Verwaltungsoberfläche. Der Umfang in der *Seafile* Open Source Version ist jedoch eingeschränkt, so stehen erweiterte Rollenverwaltung und Monitoring nicht zur Verfügung. Die umfangreichste und mit hoher Granularität gestaltete Administrationsoberfläche bietet *Pydio*.<sup>31</sup>

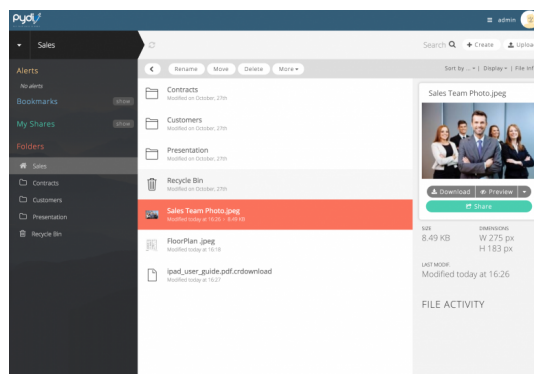


Abbildung 5.3.: Webbrowser Clients von *Pydio*. Weitere Grafiken der verschiedenen Clients befinden sich im Anhang A.1.3.<sup>32</sup>

<sup>26</sup>Enterprise.goodsync.com: Management Console, URL: <http://enterprise.goodsync.com/solutions/management-console>, 24.10.2015

<sup>27</sup>Aerofs.com: Deployment Options, URL: <https://www.aerofs.com/features/deployment-options/>, 24.10.2015

<sup>28</sup>Owncloud.com: Demo, URL: <https://demo.owncloud.org>, 24.10.2015

<sup>29</sup>Syncplicity.com: My Syncplicity, URL: <https://syncplicity.zendesk.com/hc/en-us/categories/200063274>, 24.10.2015

<sup>30</sup>seacloud.cc, URL: <https://seacloud.cc/>, 24.10.2015

<sup>31</sup>Demo.pydio.io, URL: <https://demo.pydio.io/>, 24.10.2015



### 5.3. Integration

In diesem Kapitel wird sich mit den Fähigkeiten die verschiedenen Cloud-Lösungen, sich in die bestehende heterogene IT-Landschaft der TU Chemnitz zu integrieren, auseinander gesetzt. So gilt es die Richtlinien des Datenschutzes zu gewährleisten, bestehende Nutzerinformationen einzubinden, ohne diese zu replizieren und die Verwendung der vorhandenen Datenspeicher zu ermöglichen. Dieses Kapitel versteht sich daher als Evaluation aus Perspektive der Administratoren. Die sich hieraus abgeleiteten Erkenntnisse sind für den Einsatz an der Universität wegweisend und besitzen einen hohen Stellenwert beim Entscheidungsprozess.

#### 5.3.1. Speichieranbindung

Um die bestmögliche Kontrolle über die Daten sicherzustellen, sollen diese vom URZ lokal gehostet werden. Dies impliziert auch die garantierte Erfüllung des Sächsischen Datenschutzgesetzes. Zudem können so die vorhandenen Daten nahtlos eingebunden werden. Um dies zu ermöglichen, müssen Schnittstellen bereitgestellt werden, um verschiedene Speichertechnologien, beziehungsweise die darauf abstrahierten Dateisysteme einzubinden. An der TU Chemnitz kommen hauptsächlich Speicher über Netzwerkprotokolle, unter anderem SMB/CIFS und NFS zum Einsatz, die durch die Cloud-Produkte unterstützt werden müssen.

Die Fähigkeit, unterschiedliche Speicher zu verwenden, besteht bei allen Cloud-Lösungen. Differenziert werden muss dabei zwischen frei erhältlichen Open Source Varianten und kommerziell angebotenen Enterprise Versionen. Auch auf welcher Operationsebene der Speicher eingebunden wird, unterscheidet sich von Anwendung zu Anwendung. Das Bereitstellen des Speichers auf Dateisystemebene garantiert nicht die direkte Verfügbarkeit der bestehenden Daten. Eine Migration in produktspezifische Datenstrukturen kann dennoch notwendig werden.

Bedingt durch die direkte Synchronisation speichert *AeroFS* Daten auf Dateisystemebene. Durch die Verwendung der verfügbaren Enterprise Version steht auch der *AeroFS Team Servers* bereit. Als zusätzlicher zentraler Speicher können Daten somit auch auf Blockebene gespeichert werden. Dies erspart Speicherplatz, erfordert im Gegensatz dazu jedoch eine exklusive physische Bereitstellung des Speichers für AeroFS. Außer der Synchronisation durch die Client Anwendungen können die

---

<sup>32</sup>Pydio.com: Web, Desktop & Mobile Apps, URL: <https://pydio.com/en/products/web-desktop-and-mobile>, 1.12.15

Daten auch durch den *AeroFS Team Server* als klassische NFS oder Windows CIFS Laufwerke freigegeben werden. Vorhandene Daten müssen jedoch zuerst migriert werden und stehen erst danach zur Verfügung.<sup>33</sup>

*GoodSync* bietet mit dem *GoodSync Enterprise Server* eine ähnliche Funktionalität wie *AeroFS*. Die Verbindung mit diversen Cloudspeicher Anbietern oder anderen Speichermedien durch herkömmliche Protokolle wie zum Beispiel FTP sind ebenfalls umsetzbar.<sup>34</sup>

Mit *Seafile* gibt es keine Einschränkungen zwischen der Open Source und Enterprise Version bei der Anbindung von Speicher. Bestehende Daten müssen jedoch zuvor migriert werden. Die Daten werden ähnlich Git in dem binären *Blobs* Dateiformat in das Dateisystem abgelegt. Der verwendete Speicher sollte dementsprechend ebenfalls exklusiv bereitstehen.<sup>35</sup>

Die SaaS Anwendung *Syncplicity* bietet gleichfalls die Möglichkeit den eigenen lokal verwendeten Speicher einzubinden. Um dies zu realisieren, muss zunächst ein *StorageVaults Connector* eingerichtet werden. Dabei handelt es sich um einen eigens erforderlichen Server, der als Schnittstelle zwischen lokalen Speicher und *Syncplicity* dient. Anschließend kann beliebig Speicher über NFS eingebunden werden. Beachtet werden muss, dass je nach Größenordnung der *StorageVaults Connector* skaliert werden muss. So ist gegebenenfalls die Einrichtung von mehreren *Connectoren*, gekoppelt an einen LoadBalancer, notwendig.<sup>36</sup>

---

<sup>33</sup> AeroFS.com: Flexible Storage, URL: <https://www.aerofs.com/features/flexible-storage/>, 25.10.2015

<sup>34</sup> Enterprise.goodsync.com: Server, URL: <http://enterprise.goodsync.com/solutions/server>, 25.10.2015

<sup>35</sup> Manual.seafile.com: Data Model, URL: [http://manual.seafile.com/develop/data\\_model.html](http://manual.seafile.com/develop/data_model.html), 25.10.2015

<sup>36</sup> Syncplicity.zendesk.com: Prerequisites, URL: <https://syncplicity.zendesk.com/hc/en-us/articles/202355694-Prerequisites>, 25.10.2015

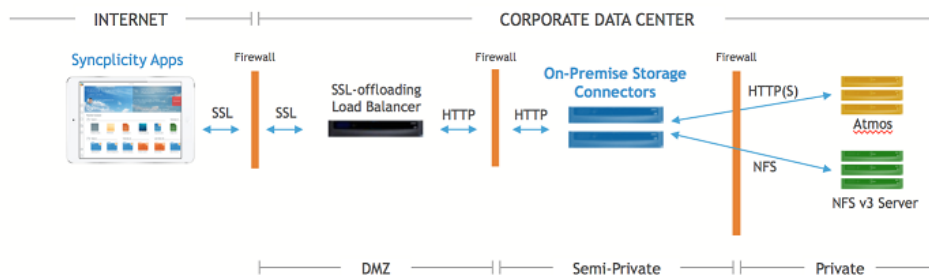


Abbildung 5.4.: Anbindung von lokalen Speicher an die SaaS Anwendung *Syncplicity*<sup>36</sup>

Die größte Flexibilität und den geringsten Aufwand bei der Integration von Speicher bieten *Owncloud* und *Pydio*. Egal ob lokal oder unter Verwendung von SMB, CIFS, NFS, FTP oder anderen Netzwerkprotokollen, gibt es dabei keine Einschränkungen. Eine vorherige Migration der Daten ist nicht notwendig. Der Zugriff auf bestehende Dateisysteme kann ohne weiteres sofort genutzt werden. *Pydio* bietet zusätzlich einen „Meta Dateisystem Treiber“ an. Dank ihm können auch nicht unterstützte Dateisysteme Verwendung finden, indem die einzelnen Dateioperationen durch externe Skripte oder Shell Befehle ausgeführt werden. Auch das dynamische Einhängen, in Abhängigkeit vom Benutzer oder anderen Faktoren, kann somit ermöglicht werden. Dem Administrator stehen so mehr Steuerungsmöglichkeiten zur Verfügung.<sup>37 38 39</sup>

### 5.3.2. Authentisierung / Authentifizierung

Jeder Mitarbeiter und Student an der TU Chemnitz besitzt ein aus Benutzername und Passwort bestehendes Nutzerkonto, um die verschiedenen Online Dienste der Universität nutzen zu können. Alle Nutzerinformationen werden in einem zentralen LDAP Verzeichnis gespeichert, damit Redundanzen ausgeschlossen sind. Um sich bei jedem Online Dienst nicht wiederholt anmelden zu müssen, wird *Shibboleth* als zentraler *Single-Sign On* Dienst verwendet. Nach einmaliger Authentifizierung führt dieser alle weiteren angeforderten Autorisierungen durch. Die Cloud-Dienste müssen

<sup>37</sup>Doc.owncloud.org: External Storage Configuration Gui, URL: [https://doc.owncloud.org/server/8.1/admin\\_manual/configuration\\_files/external\\_storage\\_configuration\\_gui.html](https://doc.owncloud.org/server/8.1/admin_manual/configuration_files/external_storage_configuration_gui.html), 25.10.2015

<sup>38</sup>Pydio.com: Most standard case : FS driver, URL: <https://pydio.com/en/docs/v5/most-standard-case-fs-driver>, 25.10.2015

<sup>39</sup>Pydio.com: Most standard case : Access.fs + Meta.mount, URL: <https://pydio.com/en/docs/v5/accessfs-metamount>, 25.10.2015

*Shibboleth* als Authentifizierungsdienst zulassen, oder alternativ über eine LDAP Anbindung für die Benutzerinformationen verfügen. Das zusätzliche Vorhalten von Benutzerinformationen in einer produkteigenen Datenbank sollte minimiert und Redundanzen soweit möglich vermieden werden.

Die Konfiguration für den Einsatz von LDAP bzw. *Shibboleth* ist zwischen den Anwendungen unterschiedlich umgesetzt und unterscheidet sich im Umfang. Die Verwendung von LDAP ist bei allen Produkten möglich. *AeroFS* und *GoodSync* bieten als einzige Dienste keine Authentifizierungsschnittstelle für *Shibboleth* an. Eine Erweiterung für *AeroFS* ist bereits geplant, eine Nutzung ohne *Shibboleth* ist ebenfalls möglich.<sup>26 40</sup> Die verbleibenden vier Anwendungen können sowohl mit LDAP, als auch mit *Shibboleth* konfiguriert werden.<sup>4142</sup> *Shibboleth* ist jedoch bei *Owncloud* nur Bestandteil der offiziellen Enterprise Version und bei der Verbindung mit LDAP wird der gesamte Nutzerbestand in der Datenbank dupliziert.<sup>43</sup>

Dies führt zu erhöhtem administrativen Aufwand, da bei Änderungen im LDAP die Datensätze neu übertragen werden müssen. Die stetige Überprüfung auf Änderungen führt zu unnötigen Belastungen des Systems.<sup>44</sup> Im Vergleich zu *Owncloud* werden bei *Pydio* nicht alle Daten bei der Nutzung von LDAP dupliziert, sondern dies erfolgt erst bei der erstmaligen Anmeldung. Für *Pydio* steht zusätzlich eine Erweiterung eines Drittentwicklers für *Shibboleth* bereit.<sup>45 46</sup>

---

<sup>40</sup>Aerofs.com: Pricing, URL: <https://www.aerofs.com/pricing/>, 25.10.2015

<sup>41</sup>Pydio.com: Binding to an LDAP/AD server, URL: <https://pydio.com/en/docs/v5/binding-ldapad-server>, 25.10.2015

<sup>42</sup>Syncplicity.zendesk.com: Configuring single sign-on, URL: <https://syncplicity.zendesk.com/hc/en-us/articles/202392804>, 25.10.2015

<sup>43</sup>Doc.owncloud.org: Shibboleth Integration, URL: [https://doc.owncloud.org/server/8.1/admin\\_manual/enterprise\\_user\\_management/user\\_auth\\_shibboleth.html](https://doc.owncloud.org/server/8.1/admin_manual/enterprise_user_management/user_auth_shibboleth.html), 25.10.2015

<sup>44</sup>Doc.owncloud.org: User Authentication with LDAP, URL: [https://doc.owncloud.org/server/8.1/admin\\_manual/configuration\\_user/user\\_auth\\_ldap.html](https://doc.owncloud.org/server/8.1/admin_manual/configuration_user/user_auth_ldap.html), 25.10.2015

<sup>45</sup>Github.com: Pydio Shibboleth, URL: <https://github.com/burgosz/pydio-shibboleth>, 25.10.2015

<sup>46</sup>Manuel.seafile.com: Install and Configure Shibboleth Service Provider, URL: [http://manual.seafile.com/deploy/shibboleth\\_config.html](http://manual.seafile.com/deploy/shibboleth_config.html), 25.10.2015

### 5.3.3. Verzeichnis Mapping

Während im Kapitel 5.3.1 über die allgemeine Anbindung von physischen Speicher unter Einbeziehung der Daten geschrieben wurde, soll nun die Integration der Daten auf Benutzerebene evaluiert werden. Gewünscht ist die Verwendung der vorhandenen Dateistruktur ohne diese zu ändern. Dabei sollen nur jene Verzeichnisse verfügbar sein, die für den Nutzer und für seine Arbeit relevant erscheinen, ohne dabei das gesamte Dateisystem Preis zu geben. Das *Verzeichnis Mapping* soll dabei möglichst dynamisch gestaltet sein und Ressourcen abhängig von Benutzer einbinden.

Zur Synchronisation verwendet *AeroFS* ein zentrales Verzeichnis (vgl. Kapitel 5.2.2). Das *Mapping* entfällt aus diesem Grund, da die Daten sich nur innerhalb des Verzeichnisses befinden und dadurch die Dateistruktur nicht aufrechterhalten werden kann. Auch unter Verwendung des *AeroFS Team Servers* (vgl. Kapitel 5.3.1) können Daten zwar gezielt für Personen und Gruppen festgelegt und Daten zentral bereit gestellt werden, diese müssen jedoch ebenfalls zuerst migriert werden.<sup>47</sup> Ähnlich verhält es sich mit *GoodSync*. Jedoch ist *GoodSync* nicht abhängig von einem zentralen Ablageverzeichnis. Dadurch bietet es mehr Flexibilität bei der Verwendung von Dateistrukturen. Der administrative Aufwand stellt sich dennoch als groß heraus. *Seafile* ist ebenfalls nicht in der Lage das vorhandene Dateisystem direkt zu integrieren (vgl. Kapitel 5.3.1). Damit ist die direkte Verwendung ebenfalls ausgeschlossen. Die verbleibenden Anwendungen können Dateien oder Verzeichnisse flexibel für einzelnen Personen oder Gruppen bereitstellen, dabei ist der Einhängpunkt frei wählbar. *Pydio* bietet dafür eine sehr granulare Konfigurierbarkeit über die Administrationsoberfläche an.<sup>37 38 48 49</sup>

### 5.3.4. Gruppenressourcen

In der klassischen Cloud verfügt jeder Nutzer über ein eigenes vorgegebenes Speicherkontingent, welches ihm zur freien Verfügung steht. Um Daten gemeinsam innerhalb einer Gruppe zu verwenden, müsste das Kontingent eines Gruppenmitglieds zur gemeinschaftlichen Nutzung bereit gestellt werden. Im Falle größerer Datenmengen

---

<sup>47</sup>Support.aerofs.com: How Can I Select Which Folders Will Sync To My Device?, URL: <https://support.aerofs.com/hc/en-us/articles/203196810-How-Can-I-Select-Which-Folders-Will-Sync-To-My-Device->, 25.10.2015

<sup>48</sup>Syncplicity.zendesk.com: Managing your company's folders, URL: <https://syncplicity.zendesk.com/hc/en-us/articles/202346584-Managing-your-company-s-folders>, 25.10.2015

<sup>49</sup>Pydio.com: Setup Workspaces and Users, URL: <https://pydio.com/en/docs/v6-enterprise/setup-workspaces-and-users>, 25.10.2015

würde das Kontingent des Nutzers aufgebraucht. Für den persönlichen Bedarf wären keine Reserven verfügbar. Zudem könnte nur diese eine Person über die gemeinschaftlichen Daten administrieren. Im Falle des Ausscheidens des Mitglieds müssten die Daten zuerst übertragen werden. Daher ist es notwendig zusätzliche Ressourcen für gemeinschaftliche Daten innerhalb einer Gruppe, unabhängig von einzelnen Gruppenmitgliedern zur Verfügung stellen zu können. Auch die Administration dieser zusätzlichen Ressourcen sollte separat möglich sein.

Die Verwendung von *AeroFS* oder *GoodSync* ermöglicht das Einrichten von Verzeichnisse für Gruppen. Da jedoch beide Produkte keinen zentralen Speicher benötigen, weil Daten zwischen den Endgeräten direkt synchronisiert werden, ist diese Funktion nur aus Sicht der Administration zweckmäßig. Der Einsatz des jeweiligen Enterprise Servers bietet in diesem Punkt keinen Vorteil, da dieser nur als zusätzlicher zentraler Speicher dient.<sup>50</sup> Der Gebrauch von Gruppen Ressourcen ist in *Owncloud* nicht direkt konfigurierbar; das Zuweisen von Benutzern zu einer Gruppe ist hingegen gegeben. Allerdings kann gezielt ein Verzeichnis eingebunden werden, das einer Gruppe als zusätzlicher Speicher zur Verfügung steht. Eine Automatisierung über die gegebene API würde den Vorgang vereinfachen. *Seafile* betrachtet das Nutzerkontingent getrennt von geteilten Freigaben. Der daraus resultierende Speicherplatz wird mit folgender Formel ermittelt: Anzahl Mitglieder x Bibliotheksgröße. Eine explizite unabhängige Gruppen-Ressourcen-Verwaltung steht jedoch nicht zur Verfügung.<sup>51</sup> *Pydio* und *Syncplicity* können beide die Kriterien erfüllen und bieten eine Fülle von Optionen für die Verwaltung an, die über die Administrationsoberfläche verfügbar ist. Ressourcen können ohne Aufwand zusätzlich erstellt und verschiedenen Nutzern oder Gruppen zugewiesen werden. Das Zuweisen von Administratoren innerhalb von Gruppen ist darüber hinaus realisierbar.<sup>49 48</sup>

### 5.3.5. Quota

Um Kontrolle über den physischen Speicherverbrauch zu haben, muss es einen Mechanismus für die Limitierung der individuellen Kontingente geben. Bekannt ist diese Funktion als *Quota* Unabhängig von dieser Angabe ist der tatsächlich verfügbare, kleinere physische Speicher, da eine hundertprozentige Ausnutzung für unwahrscheinlich gehalten werden darf und eine rechtzeitige, ausfallfreie Aufstockung durch die darunterliegende Speicherverwaltung ermöglicht wird. Das *Quota*

---

<sup>50</sup> AeroFS.com: Secure File Sharing for Sensitive Project, URL: <https://www.aerofs.com/solutions/secure-file-sharing/>, 25.10.2015

<sup>51</sup> Seafile.com: Help, URL: <https://www.seafile.com/en/help/quota/>, 25.10.2015

muss dynamisch vergrößert oder verkleinert werden können, ohne dabei bereits existierende Daten ändern zu müssen.

Die Standardnutzung von *AeroFS* oder *GoodSync* sieht kein *Quota* vor, da Daten (vgl. Kapitel 5.3.4) auf dem lokalen Endgerät gespeichert werden. Ebenfalls ist diese Funktion in keiner der Enterprise-Versionen enthalten. Der Umfang der *Quota* Einstellungen unterscheidet sich zwischen den verbleibenden Cloud-Lösungen. *Seafile* bietet nur eine allgemeingültige Einstellung für alle Nutzer an.<sup>52</sup> *Owncloud* ermöglicht das Setzen des *Quotas* auf Benutzerlevel. Weitere Einstellungen sind nicht möglich.<sup>53</sup> *Pydio* und *Syncplicity* bieten umfangreiche Einstellungen, Kontingente sowohl auf Benutzerebene, als auch für einzelne Gruppen spezifisch festzulegen.<sup>54</sup>  
55

## 5.4. Benutzbarkeit

Im vorherigen Kapitel wurden ausführlich die technischen und administrativen Anforderungen dargelegt und auf die einzelnen Produkte angewendet. Diese spiegeln die Perspektive der Administration wider. Die erfolgreiche Verwendung an der TU Chemnitz setzt nicht nur eine machbare Integration und möglichst einfache Konfiguration voraus, vielmehr ist die Nutzbarkeit aus Sicht der Endanwender der Universität - Mitarbeiter und Studenten - ausschlaggebend. Sie sollen das Produkt im täglichen Leben einsetzen. Dabei soll es als Arbeitserleichterung dienen und nicht als zusätzliche Last empfunden werden. Dies bedeutet, dass lange Einarbeitungszeiten unerwünscht sind und den Nutzer gegebenenfalls abschrecken. Andererseits muss das Produkt die gewünschten Funktionen bereitstellen, die der Nutzer benötigt. Sonst führt dies zur Ablehnung und ein weiterer Einsatz des Cloud-Dienstes wäre unnötig.

### 5.4.1. Speicherinteraktion (selektiver Sync,n'Share)

Die Anbindung von Speicher und die Einbindung des Dateisystems auf Benutzerebene wurde in Kapitel 5.3.1 und 5.3.3 beschrieben. Ebenfalls wurden die gegebenen Client

---

<sup>52</sup>Manual.seafile.com: Quota and other options, URL: [http://manual.seafile.com/config/quota\\_and\\_size\\_options.html](http://manual.seafile.com/config/quota_and_size_options.html), 25.10.2015

<sup>53</sup>Doc.owncloud.org: Storage Quota, URL: [https://doc.owncloud.org/server/8.1/user\\_manual/files/quota.html](https://doc.owncloud.org/server/8.1/user_manual/files/quota.html), 25.10.2015

<sup>54</sup>Pydio.co: Enabling quotas, URL: <https://pydio.com/en/docs/v5/enabling-quotas>, 25.10.2015

<sup>55</sup>Syncplicity.zendesk.com: Allocating storage quota for a group, URL: <https://syncplicity.zendesk.com/hc/en-us/articles/200963784-Allocating-storage-quota-for-a-group>, 25.10.2015

Anwendungen (vgl. Kapitel 5.2) verglichen, mittels derer Anwender ihre Daten übertragen bzw. zur Synchronisation verwenden können. Aus Nutzersicht sollen nun die unterschiedlichen Wege zum automatisierten Hochladen und Herunterladen der eigenen Daten betrachtet werden, sowie die Optionen, die Clienten bereitstellen, um die Synchronisation zu steuern. Unter anderem muss es für den Nutzer mittels Client möglich sein, Daten selektiv zu synchronisieren, das heißt einzelne Dateien oder ganze Verzeichnisse auszuschließen.

Alle Produkte bieten die Möglichkeit, über ihre nativen Client-Anwendungen Daten selektiv zu synchronisieren. *Seafile* bietet diese Funktionalität jedoch nur in der Enterprise Version. Die implementierten Lösungsstrategien für Synchronisationskonflikte sind je nach Client-Anwendung verschieden. Die manuelle Steuerung über zu verwendende Strategie ist von Anwendung zu Anwendung unterschiedlich. *Owncloud* bietet dabei jedoch die wenigsten Steuerungsmöglichkeiten und auch die selektive Synchronisation ist nur vom Server aus steuerbar. Da bei der Nutzung von *AeroFS* oder *GoodSync* die Daten nur zwischen den Endgeräten direkt ausgetauscht werden, ist der Zugriff auf die Daten von einem Fremdgerät nicht möglich.<sup>47</sup> Die anderen vier Produkte *Owncloud*, *Pydio*, *Seafile* und *Syncplicity* bieten zusätzlich die Möglichkeit, Daten über die Weboberfläche hoch- bzw. herunterzuladen, sollte die Arbeit an einem Fremdgerät stattfinden. Der Zugriff ist somit immer sicher gestellt unabhängig vom verwendeten Gerät. Des Weiteren bieten *Owncloud*, *Pydio* und *Syncplicity* eine WebDav Schnittstelle an. Dadurch ist es möglich, die Cloud in das lokale Dateisystem des Betriebssystems einzuhängen. Ein Client ist damit nicht von Nöten. Die WebDav-API kann auch für Drittanwendungen Verwendung finden.  
16 22 56 57

#### 5.4.2. Freigaben per URL (mit Verfallsdatum)

Der Einsatz einer Cloud bietet viele Vorteile. Das zentrale Speichern der Daten und die Möglichkeit zur Kollaboration innerhalb der Cloud wurden dabei bereits ausführlich dargelegt. Ein anderer Aspekt, der für das Arbeiten auch außerhalb eine Rolle spielt, ist das einfache Freigegeben der Daten für Dritte, wie es in Kapitel 1.1 veranschaulicht wird. So haben auch Externe einen kontrollierten Zugriff auf die Daten. Sowohl die Möglichkeit Daten über einen öffentlichen Web-Link

---

<sup>56</sup>Seafile-help-en.uni-mainz.de: Selective Sync, URL: <https://seafile-help-en.uni-mainz.de/selective-sync/>, 25.10.2015

<sup>57</sup>Syncplicity.zendesk.com: Excluding folders and files, URL: <https://syncplicity.zendesk.com/hc/en-us/articles/201234970-Excluding-folders-and-files>, 25.10.2015



herunterzuladen, als auch der beschränkte Zugriff auf gemeinsame Daten durch eine Art Gastnutzerkonto sind Funktionalitäten, die die alltägliche Arbeit erleichtern und somit wünschenswert sind. Zum Schutz vor Missbrauch sollte ein Passwortschutz oder zumindest die Option zum Ablauf des Links vorgegeben werden können.

Als einziger Vertreter bietet *GoodSync* nicht die Möglichkeit, Dateien über einen öffentlichen Link freizugeben. Mangels fehlender zentraler Weboberfläche (vgl. Kapitel 5.2.3) ist die Nutzung eines Clients zwingend erforderlich. Die Arbeit mit externen Mitarbeitern wird somit erschwert. Obwohl *AeroFS* das gleiche End-zu-End Prinzip wie *GoodSync* verwendet, können Daten einfach für Dritte über einen öffentlichen Link freigegeben werden. Voraussetzung dafür ist der *AeroFS Team Server* oder die Erreichbarkeit des Client-Computers.<sup>58</sup> Zentralen Cloud Speicher, wie man ihn bei *Owncloud*, *Pydio*, *Seafile* und *Syncplicity* findet, kann man zu jeder Tages- und Nachtzeit verwenden. Alle vier Produkte ermöglichen es, Daten oder Verzeichnisse für Externe freizugeben. Optionen wie Passwortschutz, Ablaufdatum, Zugriff auf ganze Verzeichnisse oder auch Beschränkungen für das Herunterladen sind bei allen gegeben.<sup>59 60 61 62</sup> *Pydio* bietet darüber hinaus die Funktion, Dateien in Echtzeit zu komprimieren und diese gegebenenfalls in Teilarchive aufzuteilen.

### 5.4.3. Datei-Interaktionen

Eine Cloud dient nicht nur der zentralen Speicherung von Daten bzw. deren Synchronisation; auch das Arbeiten mit den Daten muss in der Cloud möglich sein. Um auch außerhalb seines Arbeitsplatzes mit den Daten arbeiten zu können, muss eine Interaktion beziehungsweise das bearbeiten mit den Daten möglich sein. Beispiele dafür sind das Betrachten von Grafiken, das Bearbeiten von Office-Dokumenten, oder Basisoperationen wie Verschieben, Löschen oder das Erstellen eines neues Verzeichnisses.

---

<sup>58</sup>Support.aerofs.com: How Do I Share Files Using Secure Link Sharing?, URL: <https://support.aerofs.com/hc/en-us/articles/202875350-How-Do-I-Share-Files-Using-Secure-Link-Sharing->, 26.10.2015

<sup>59</sup>Doc.owncloud.org: OwnCloud File Sharing, URL: [https://doc.owncloud.org/server/8.1/admin\\_manual/configuration\\_files/file\\_sharing\\_configuration.html](https://doc.owncloud.org/server/8.1/admin_manual/configuration_files/file_sharing_configuration.html), 26.10.2015

<sup>60</sup>Pydio.com: Sharing Features, URL: <https://pydio.com/en/docs/v6-enterprise/sharing-features>, 26.10.2015

<sup>61</sup>Seafile.de: Working with libraries in Seahub, URL: <https://seafile.de/en/2015/05/30/working-with-libraries-in-seahub/>, 26.10.2015

<sup>62</sup>Syncplicity.zendesk.com: Sharing a file, URL: <https://syncplicity.zendesk.com/hc/en-us/articles/201147954-Sharing-a-file>, 26.10.2015

*AeroFS* und *GoodSync* speichern Daten lokal ab. Ein externer Zugriff ohne Client ist - auch wegen der fehlenden Weboberfläche - somit nicht gegeben (vgl. Kapitel 5.2.3). Dadurch entfällt die serverseitige Interaktion mit den Daten. Die verbleibenden Produkte basieren auf dem klassischen zentralen Cloud-Speicher-Prinzip. Somit stehen die Daten immer zur Verfügung. Der Zugriff mittels Browser ist bei allen vier Produkten möglich. Die Funktionalitäten, die serverseitig verfügbar sind, unterscheiden sich jedoch. Gemeinsam haben alle, dass einfache Dateioperationen, unter anderem das Erstellen neuer Verzeichnisse, das Kopieren, Verschieben und Löschen, jederzeit gegeben sind.<sup>61</sup> Das Betrachten von Grafiken und das Bearbeiten von Office Dokumenten im Browser beherrschen dagegen nur *Owncloud*<sup>63</sup>, *Pydio*<sup>64</sup> und *Syncplicity*<sup>65</sup>. Eine vollständige Unabhängigkeit von lokalen Anwendungen bietet *Pydio*. Neben Office Dokumenten stehen auch unzählige Editoren für andere Dateiformate bereit. Somit können Grafiken online bearbeitet oder auch über den Quellcode Editor diverse Skripte geschrieben werden.

### 5.5. Betriebskosten

Die letzten Abschnitte haben sich mit den administrativen und technischen Anforderungen sowie den Benutzeranforderungen für die Cloud-Lösung beschäftigt und diese ausführlich betrachtet. Unabhängig davon existieren noch weitere Kriterien, die es zu beleuchten gilt und die für den Evaluationsprozess von Bedeutung sind. Wie bereits festgestellt, gibt es für alle Produkte unterschiedliche Versionen. Die Unterschiede wurden in den betreffenden Kapiteln hervorgehoben. In diesem Kapitel sollen die Bedingungen, an welche die verschiedenen Produkte und Produktversionen geknüpft sind, vor allem aus der finanziellen Perspektive untersucht werden. Um Kostenvergleiche angemessen verdeutlichen zu können, wird von 15.000 Nutzern ausgegangen. Preise werden in Euro angegeben. Preiskalkulationen ergeben sich aus den gegebenen Angaben. Eventuelle Volumenrabatte oder ähnliche Preisnachlässe werden bedingt berücksichtigt.

---

<sup>63</sup> Apps.owncloud.com: Documents 0.9.2, URL: <https://apps.owncloud.com/content/show.php?content=168711>, 26.10.2015

<sup>64</sup> Pydio.com: Editors, URL: <https://pydio.com/en/docs/v6-enterprise/editors>, 26.10.2015

<sup>65</sup> Syncplicity.zendesk.com: Working with files, URL: <https://syncplicity.zendesk.com/hc/en-us/articles/201145294-Working-with-files>, 26.10.2015

### 5.5.1. Lizenzen

Jedes erhältliche Produkt wird mit einer Lizenzbedingung angeboten. Die Anzahl an Lizenzrechte ist schier unüberschaubar. Auch an die Nutzung der verschiedenen Cloud-Lösungen sind Lizenzvereinbarungen gebunden, die es einzuhalten gilt. Der Inhalt der jeweiligen Lizenz kann dabei stark schwanken und vom einfachen Lizenzhinweis bis zum strikten Verbot jeglicher Anpassung, Änderung oder den Betrieb auf nur fest vorgegebenen Ressourcen, vorschreiben. Auch werden kommerzielle Produkte häufig mit einer anderen Lizenz angeboten, als frei erhältliche Open Source Anwendungen. Es ist auch zu beachten, dass für alle Endanwender eine gültige Lizenz benötigt wird. Welche Lizenzarten zur Verfügung stehen und die finanziellen Aspekte die damit verbunden sind, sollen nun untersucht werden.

*AeroFS* ist für Gruppen bis 30 Personen gebührenfrei nutzbar. Erweiterte notwendige Funktionalitäten stehen nur in der Enterprise Version zur Verfügung, unter anderem auch der *AerorFS Team Server*. Anpassungen und Änderungen an der Software in irgendeiner Form sind untersagt. Die Anpassung an das Corporate Design steht in der kommerziellen Variante als Option hingegen zur Verfügung.<sup>66</sup>

Die frei erhältliche Version von *GoodSync* darf nur privat eingesetzt werden und besitzt einen limitierten Funktionsumfang. Die Gebühren unterscheiden sich zwischen Client (Workstation) Anwendungen und Server Produkten. Für öffentliche Einrichtungen sind individuelle Rabatte möglich.<sup>67</sup> *Owncloud* wird in zwei Versionen Angeboten. Unterschiede gibt es bei der Lizenz und dem Funktionsumfang. Die Open Source Variante von *Owncloud* ist frei erhältlich und ohne Begrenzung nutzbar und wird unter der *GNU Affero General Public License Version 3 (AGPLv3)* vertrieben. Erweiterungen und Anpassung müssen damit immer öffentlich zugänglich gemacht werden. Einige der Funktionen, die in den vorherigen Abschnitten genannt wurden, sind in der Open Source Variante nicht verfügbar. Die Enterprise Version wird durch ein Subskriptionsmodell bereitgestellt und unter der *ownCloud Commercial License* lizenziert. „[O]wnCloud Commercial License, welche in der Enterprise Subscription enthalten ist, erlaubt es Nutzern Codeänderungen vorzunehmen und dieses geistige Eigentum innerhalb der Organisation zu wahren, falls Sie sich dafür entscheiden. In Kombination mit dem Support, den Tools und den Einflussmöglichkeiten im Rahmen einer OwnCloud Subscription bietet Ihnen OwnCloud somit optimalen

---

<sup>66</sup> Aerofs.com: Pricing, URL: <https://www.aerofs.com/pricing/>, 27.10.2015

<sup>67</sup> Enterprise.goodsync.com: Custom Price Calculator, URL: <http://enterprise.goodsync.com/solutions/price-calculator>, 27.10.2015

Schutz für Ihre Daten.“<sup>68</sup>

Auch *Pydio* steht in zwei Versionen zur Auswahl. Zum einen als Open Source Edition, die unter ebenfalls unter der AGPLv3 frei erhältlich ist, zum anderen der Enterprise Edition, die durch die *Pydio Enterprise Distribution End User License Agreement (EULA)* lizenziert wird. Die Enterprise Version ist über eine jährliche Subskription erhältlich. Neben zusätzlichen Geschäftsfunktionen können Anpassungen und Veränderungen vorgenommen werden, ohne diese für Dritte verfügbar zu machen. Individuelles Branding und die Bereitstellung von Mobile Anwendungen ist ebenfalls inklusive.<sup>69</sup>

*Seafile* ist wie die bereits vorher genannten Produkte sowohl als Open Source Variante als auch als Enterprise Edition erhältlich. Neben einem Subskriptionsmodell sind auch Lebenszeitlizenzen erwerbbar, die jedoch nur Unterstützung für ein Jahr bieten. Die kostenfreie Open Source Variante wird unter der GNU General Public License Version 3 (GPLv3) angeboten. Genauso wie *Pydio* kann die Enterprise Edition für drei Nutzer frei verwendet werden.<sup>70</sup>

Als reine SaaS Lösung steht *Syncplicity* unter einer kommerziellen Lizenz. Anpassungen und Modifikationen sind somit nicht durchführbar.<sup>71</sup>

Nachfolgend die Auflistung der Preise für die Unterschiedlichen Cloud-Produkte:

- *AeroFS*: 168€ jährlich je Nutzer.
- *GoodSync*: 37€ je Workstation, 920€ je Server und 1.850€ für die zentrale Verwaltungskonssole.
- *Owncloud*: Open Source Variante unentgeltlich erhältlich. 7.200€ für 50 Nutzer, 11.520€ bei 100 Nutzern jährlich. Darüber hinaus sind Volumenrabatte für Staffellungen von 2.000 und 10.000 Nutzern verfügbar. Auf Nachfrage kann für die TU Chemnitz ein Preis von 1,90€ je Nutzer angeboten werden, da die Universität Teil des Gemeinschaftsprojektes *Terena* ist.
- *Pydio*: Open Source Variante unentgeltlich erhältlich. 1350€ für 100 Nutzer jährlich. Individuelle Rabatte sind einholbar.

<sup>68</sup>Owncloud.com: Vergleich der ownCloud Subscriptions, URL: <https://owncloud.com/de/preise/>, 27.10.2015

<sup>69</sup>Pydio.com: Pydio Pricings, URL: <https://pydio.com/en/get-pydio/pricing>, 27.10.2015

<sup>70</sup>Seafile.com: Wechsel von der GPLv3 zur GPLv2, URL: <https://www.seafile-server.org/tag/gpl/>, 27.10.2015

<sup>71</sup>Syncplicity.com: A Perfect Plan for You, URL: <https://www.syncplicity.com/pricing>, 27.10.2015

- *Seafile*: Open Source Variante unentgeltlich erhältlich. Für Bildungseinrichtungen gelten reduzierte Angebote. 17.850€ kostet die jährliche Subskriptionslizenz für unendlich viele Nutzer. 23.800€ die einmalige unbeschränkte Lizenzierung.<sup>72</sup>
- *Syncplicity*: 150€ jährlich je Nutzer.

### 5.5.2. Support

Bereits in Kapitel 5.1 wurde auf den Dokumentationsumfang der einzelnen Cloud-Lösungen eingegangen. Dieses Kapitel soll daher die Unterstützung durch Produkterneuerungen auswerten. Auch die Frage nach kommerzieller Unterstützung durch den Anbieter bei administrativen und technischen Belangen oder auch aktiver Implementationsarbeit sollen Bestandteil dieses Kapitels sein.

Der Besitz einer gültigen Lizenz ermöglicht bei allen Produkten den Zugriff auf die aktuellsten Erneuerungen. Unabhängig davon ist Unterstützung bei Fragen und Problemen. Trotz monatlicher Kosten steht kein expliziter Service für *AeroFS* zur Verfügung. Die einzige Erreichbarkeit besteht über das Ticket System, E-Mail oder eine regionale Service Hotline.<sup>73</sup>

Die *GoodSync* Produkte werden einmalig erworben. Um aktuelle Produkterneuerungen zu erhalten, ist der Abschluss eines jährlichen Service Abonnements oder der Erwerb neuer Produktversionen notwendig. Unterstützung bei Fragen und Problemen gibt es nur über das Ticket System.<sup>74</sup>

Im vorherigen Kapitel wurden bereits die Lizenzvarianten von *Owncloud* aufgezeigt. Regulär enthalten in der Enterprise Version sind 12/5 globale E-Mail und Telefon Unterstützung. Zusätzlich wird ein dedizierter Deployment Manager als Ansprechpartner zur Seite gestellt. Auch ein Branding Service ist inbegriffen. Bei der Nutzung der Open Source Edition besteht ebenfalls die Möglichkeit zusätzliche 8/5 E-Mail Unterstützung zu erhalten. Ein Deployment Manager kann als Extraoption ergänzt werden.<sup>68</sup>

Mit Subskription der *Pydio* Enterprise Version erhält man uneingeschränkte Unterstützung durch das bereitgestellte Ticketsystem und garantierte Antwortzeiten von 5/7. Auch für die Open Source Variante kann optional eine Subskription erworben

---

<sup>72</sup>Seafile.com: Prices for the Professional Edition, URL: <https://seafile.de/en/seafile-versions/prices/>, 27.10.2015

<sup>73</sup>Support.aerofs.com: AeroFS Customer Service Levels, URL: <https://support.aerofs.com/hc/en-us/articles/201439634-AeroFS-Customer-Service-Levels>, 27.10.2015

<sup>74</sup>Enterprise.goodsync.com: Support Overview, URL: <http://enterprise.goodsync.com/support/>, 27.10.2015

werden. Diese umfasst fünf Tickets für bis zu 50 Nutzer.<sup>69</sup>

*Seafile* bietet für Kunden einen uneingeschränkten E-Mail Service an. Telefonische Rücksprache wird jedoch explizit abgelehnt.<sup>75</sup>

*Syncplicity* als SaaS Lösung benötigt keine Produktupdates. Dafür ist der Kundenservice 24/7/365 erreichbar. Kontakt kann über E-Mail und Telefon hergestellt werden. Über die integrierte Hilfefunktion innerhalb der verschiedenen Clients ist diese auch jederzeit von Unterwegs erreichbar.[Syn15]

Die Preise für anfallende Lizenzen wurden im vorigen Kapitel angegeben. Eventuelle zusätzliche Kosten sind nachfolgend gelistet:

- *GoodSync*: 20% jährlich vom originalen Kaufpreis für ein Service Abonnement.
- *Owncloud*: 2000€ jährlich für 50 Nutzer, 4000€ bei 100 Nutzern, wenn eine Standard Lizenz gewünscht ist.
- *Pydio*: 1500€ jährlich für 5 Tickets bei 50 Nutzern bei Verwendung der Open Source Edition.

### 5.6. Vergleichsübersicht und Produkt Selektion

Ziel der Evaluation war es die gegebenen Produkte auf ihre Nutzbarkeit an der TU Chemnitz zu bewerten. Die Anforderungen des Lastenhefts wurden in den letzten Abschnitten Punkt für Punkt betrachtet und miteinander verglichen. Es wurde nicht nur das Vorhandensein der Anforderung, sondern auch der Umfang der Umsetzung überprüft. Die im weiteren Verlauf folgende Tabelle 5.1 vergibt daher je Anforderung bis zu drei Punkte. Somit sind maximal 42 Punkte erreichbar. Anforderungen die bereits in einer kostenfreien Version verfügbar sind, werden durch bis zu drei Häkchen und der Enterprise vorbehaltene Funktionen mit Sternen symbolisiert. Funktionalitäten die standardmäßig enthalten sind und durch eine Enterprise Lizenz erweitert werden, sind durch kombinierte Symbole veranschaulicht. Die angegebenen Kosten sind ohne Rabatte ermittelt und beziehen sich auf die angegebenen Lizenzpreise.

---

<sup>75</sup>Seafile.de: Kontakt, URL: <https://seafile.de/kontakt/>, 27.10.2015

Tabelle 5.1.: Qualitative Evaluation Vergleichstabelle

<i>Produkt/Anforderung</i>	<b>AeroFS</b>	<b>GoodSync</b>	<b>Owncloud</b>	<b>Pydio</b>	<b>Seafile</b>	<b>Syncplicity</b>
<i>Dokumentation</i>	*	**	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓
<i>Desktop Client</i>	**	*	✓✓	✓✓*	✓✓	✓✓✓
<i>Mobile Client</i>	*	*	✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓
<i>Web Zugriff</i>			✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	***
<i>Speicheranbindung</i>	*	*	✓✓*	✓✓✓	✓	**
<i>Authentifizierung</i>	*	*	✓✓*	✓✓*	**	**
<i>Mapping</i>			✓**	✓✓✓		***
<i>Gruppenressourcen</i>	*	*	✓✓	✓✓✓	✓	***
<i>Quota</i>			✓✓	✓✓✓	✓	***
<i>Speicherinteraktion</i>	*	*	✓✓	✓✓✓	✓*	***
<i>Freigaben</i>	**		✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	**
<i>Datei Interaktion</i>			✓✓✓	✓✓✓	✓	**
<i>Lizenzmöglichkeiten</i>	*	*	✓**	✓**	✓*	*
<i>Support</i>	*	*	✓**	✓**	✓*	***
<i>Wertung unentgeltlich</i>	0	0	29	35	20	8
<i>Wertung Enterprise</i>	12	10	8	6	5	27
<i>Wertung Gesamt</i>	12	10	37	41	25	35
<i>Wertung in %</i>	<b>29</b>	<b>24</b>	<b>88</b>	<b>98</b>	<b>60</b>	<b>83</b>
<i>Einmalige Kosten</i>	-	309.281€*	-	-	-	-
<i>Jährliche Kosten</i>	2.520.000€	61.857€**	0€ / 1.725.000€ (28.500€)***	0€ / 202.500€	0€ / 17.850€	2.130.000€

\*kalkuliert mit Workstations x Nutzer + ein Server und Konsole; \*\* 20% von einmaligen Kosten

\*\*\*Preis mit Rabatt nach Kontakt mit der Owncloud GmbH

#### Legende:

Symbole: ✓ - immer Enthalten, \* - Nur Enterprise Version,

Wertung: ✓ - minimal vorhanden, ✓✓ - ausreichend vorhanden, ✓✓✓ - sehr umfangreich

Untersucht wurden *AeroFS*, *GoodSync*, *Owncloud*, *Pydio*, *Seafile* und *Syncplicity*. *AeroFS* und *GoodSync* verzichten auf einen zentralen Speicher und synchronisieren Daten direkt zwischen den Endgeräten. Die Verwendung eines zentralen Servers ist als zusätzliche Möglichkeit gegeben. *Owncloud*, *Pydio* und *Seafile* stehen als Open Source Variante mit zum Teil eingeschränktem Funktionsumfang, als auch als erweiterte Enterprise Version durch eine jährliche Subskription zur Verfügung. *Syncplicity* ist die einzige SaaS Lösung. Diese bietet dennoch die Möglichkeit, lokalen Speicher anzuknüpfen, um die in Kapitel 1.2 genannten Bestimmungen einzuhalten.

Bezugnehmend auf Tabelle 5.1 wird deutlich, dass die beiden erstgenannten Produkte für die Verwendung an der TU Chemnitz ungeeignet sind. Beide Cloud-Lösungen besitzen nur einen Teil der Funktionalitäten, die gewünscht sind. *GoodSync* erhält dabei die niedrigste Gesamtwertung, gefolgt von *AeroFS*, das durchaus ein vielversprechendes Potenzial aufweist. Jedoch sorgen die ermittelten Kosten für den Ausschluss aus der weiteren Betrachtung.

Ungeachtet der durchaus positiven 60% Wertung von *Seafile*, sind wichtige Funktionen wie *Speicheranbindung*, *Verzeichnis Mapping* oder die *Interaktion mit Daten* nur unzureichend umgesetzt. Obwohl etliche Funktionen kostenfrei in der Open Source Variante verwendbar sind und die Enterprise Version die niedrigsten jährlichen Kosten verursacht, wäre die favorisierte Integration an der Universität nur bedingt möglich und daher ausgeschlossen.

*Owncloud*, *Pydio* und *Syncplicity* als verbleibende Favoriten erfüllen alle Anforderungen des Lastenhefts. Mit fast identischer Punktzahl liegt mobx*Owncloud* mit *Syncplicity* gleich auf. *Pydio* erhält die beste Wertung und kann als bester Kandidat betrachtet werden. Unter Beachtung der hohen Subskriptionskosten und der Tatsache, dass *Owncloud* und *Pydio* alle entscheidenden Funktionen bereits in der gebührenfreien Open Source Version enthalten, was man auch an den hohen *unentgeltlichen Punktwerten* ablesen kann, wird *Syncplicity* ebenfalls nicht weiter untersucht. Im Weiteren Verlauf dieser Bachelorarbeit werden somit nur noch *Owncloud* und *Pydio* als Favoriten näher untersucht.



## 6. Quantitatives Benchmarking

Im vorherigen Kapiteln wurden anhand der qualitativen Evaluation (vgl. Kapitel 5) Aussagen über die Verwendbarkeit der ausgewählten Sync,n‘Share-Lösungen getroffen. Die notwendigen Kriterien konnten nicht von allen Anwendungen erfüllt werden und führten daher zum Ausschluss.

Entscheidend für die Verwendung als Dienst an der TU Chemnitz sind jedoch nicht nur die qualitativen Anforderungen, sondern auch das Verhalten der Anwendungen im alltäglichen Betrieb. Aus diesem Grund müssen auch Erkenntnisse über die Performance und die mögliche Skalierbarkeit in den Entscheidungsprozess einbezogen werden. Erst in Folge dieser Ergebnisse können endgültige Schlussfolgerungen über den Einsatz an der TU Chemnitz gezogen werden.

Nachfolgend werden die verbleibenden Sync,n‘Share-Lösungen quantitativen Benchmark Tests unterzogen. Dabei werden verschiedene Benutzerinteraktionen simuliert. Abschließend werden die Ergebnisse ausgewertet und miteinander verglichen.

### 6.1. Grundlagen

Es gibt viele Möglichkeiten Benchmarks durchzuführen. Um sinnvolle Schlussfolgerungen aus den quantitativen Ergebnisse ziehen zu können, müssen die Tests auch das gewünschte Verhalten repräsentieren, welches es zu untersuchen gilt. Die zu beobachtenden Maßgrößen differieren dabei je nach der Art des Testes.

#### 6.1.1. Arten von Tests

Die Definitionen für die verschiedenen Arten unterscheiden sich zum Teil stark. Auch gibt es keine klaren Grenzen zwischen den Tests. Daher sollen nachfolgend die drei Arten definiert werden.

##### Performance Tests

Für den Begriff Performance Test wird auch häufig das Synonym „Lasttest“ verwendet. Dabei wird das System unter den vorgegebenen Lastanforderungen geprüft

und Antwortzeiten, Durchsatz und Ressourcenverbrauch werden verglichen.[Gre10, S. 327] Hauptaugenmerk liegt hier auf Reaktionszeit der Anwendung. [Die06, S. 28]

### **Last Tests**

Der Lasttest, auch als Spezialfall des Performance Tests zu verstehen, dient zur Ermittlung der Zuverlässigkeit und Robustheit des zu testenden Systems. Dabei ist die Belastung das Maximum der Lastanforderungen.[Gre10, S. 330] Auch können somit Flaschenhälse (Bottlenecks) erkannt werden, indem über Soft- und Hardware Monitoring Informationen gesammelt und ausgewertet werden. Auch hier kann zusätzlich das Zeit- und Verbrauchsverhalten überwacht werden.<sup>1</sup> Der Lasttest soll die Fehlerfreiheit der Anwendung gewährleisten.[Die06, S. 28]

### **Stress Tests**

Der Stresstest gilt als Erweiterung des Lasttests und untersucht, ob ein System bei Belastung über die Anforderungsgrenzen hinaus noch korrekt funktioniert.[Gre10, S. 330] Ziel ist das Aufdecken von unerwartetem Verhalten: Crashes, Race Conditions und Deadlocks.

#### **6.1.2. Maßgrößen bei Tests**

Für das Auswerten der Tests ergeben sich verschiedene Maßgrößen. Diese stehen meistens in Relation zueinander. Je nach Art des Tests liegt der Fokus auf eine dieser Größen.

#### **Latenz**

Die Latenz gibt die Zeitspanne an, bis eine gesendete Anfrage an das System beantwortet wird, oder eine erste Reaktion für den Nutzer erkennbar ist. Es wird auch von Antwortzeit gesprochen.

#### **Durchsatz**

Der Durchsatz ist bei Benchmark Tests meistens die wichtigste Maßgröße. Er gibt an, wie viele Anfragen in einem Zeitslot beantwortet werden. Die Angabe erfolgt in Transaktionen pro Zeitslot (Englisch: Requests per Second - RPS).

---

<sup>1</sup>Xceptance Software Technologies: Begriffe erklärt: Lasttest, Stresstest, ..., URL: <https://blog.xceptance.com/2009/09/16/begriffe-erklart-lasttest-stresstest/>, 7.09.2015

### **Auslastung**

Diese Größe kann durch Überwachung und Auswertung des Testsystem beobachtet werden. Sie sagt aus wie stark die Belastung des Systems ist und wird in Prozent angegeben.

### **Fehleranzahl**

Die Ermittlung von Fehlern erfolgt durch die Auswertung der Antworten des zu testenden Systems. Entsprechen diese nicht einem gewünschten Muster, oder werden Anfragen nicht innerhalb einer Zeitspanne (Timeout) beantwortet, wird dies als Fehler gewertet. Je geringer die Fehlerrate auch bei hoher Last, desto stabiler ist das System.

## **6.2. Durchführung**

### **6.2.1. Aufbau Testsystem**

Zur Durchführung der Benchmark Tests muss ein entsprechendes Testsystem aufgebaut werden. Um Seiteneffekte zu vermeiden, sind die zu testenden Anwendungen idealerweise in separaten Instanzen zu betreiben. Die Infrastruktur wird durch das URZ bereitgestellt und befindet sich innerhalb eines Netzwerkes.

Im Folgenden wird der Aufbau der einzelnen Komponenten des Testsystems und der entsprechenden Konfiguration erläutert.

### **Server**

**Hardware** Auf der Server Seite kommen drei Scientific Linux 7 Virtual Private Server Hosting (VPSH) <sup>2</sup> Standard Instanzen zum Einsatz. Die Hostnamen lauten wie folgt: Jaeger für den Last Erzeuger, Hirsch für die Owncloud und Reh für die Pydio Instanz. Alle Server besitzen zwei CPU Kerne. Die Größe des Arbeitsspeichers von Hirsch und Reh beträgt 4 GB. Apache JMeter hält alle genutzten und generierten Daten im Arbeitsspeicher vor. Daraus folgt das bei der Simulation von Down- und Uploads genügend Arbeitsspeicher vorgehalten werden muss. Daher besitzt Jaeger 32 GB Arbeitsspeicher. Des Weiteren gibt es zwei NFS Freigaben mit jeweils 100 GB, die gemeinsam verwendet werden können.

---

<sup>2</sup>TU Chemnitz: Virtual Private Server Hosting (VPSH) im Datacenter des URZ, URL: <https://www.tu-chemnitz.de/urz/datacenter/vpsh/>, 7.09.2015

**Software** Hirsch und Reh verwenden jeweils eine Standard Installation des Apache Webservers in Version 2.4 mit PHP 5.4 und lokalen PostgreSQL Datenbank Installation. Um Leistungsbeschränkung durch diese Dienste auszuschließen, werden Anpassungen an der Konfiguration vorgenommen. Aus Kompatibilitätsgründen wird auf Jaeger Oracle Java in Version 1.8.0 Update 45 verwendet.

Auf Hirsch wird Owncloud 8.1 installiert. Für Pydio 6.0.7 erfolgt die Installation auf Reh.

### Client System

Auf dem Client werden die Testsets erzeugt. Zusätzlich erfolgt darüber die Steuerung des Last Erzeugers und die Auswertung der Benchmark Daten. Zum Einsatz kommt eine Windows 8.1 Installation mit vier CPU Kernen und 8 GB Arbeitsspeicher. Auch hier wird die gleiche Oracle Java Version bereit gestellt. Die Verbindung zum Universitätsnetzwerk erfolgt mit VDSL 50000 über Cisco VPN.

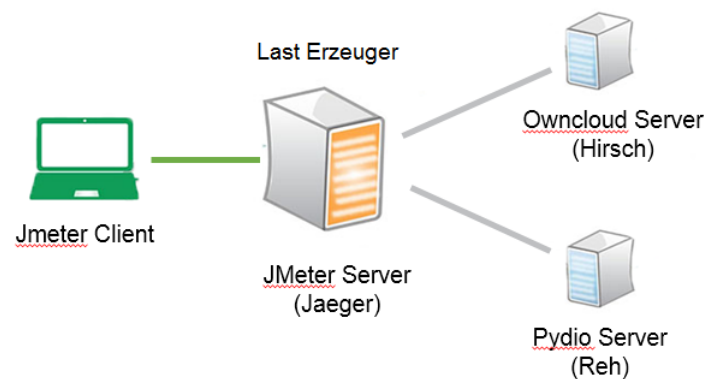


Abbildung 6.1.: Der Aufbau des Benchmark Testsystems.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>Original Grafik von Google Cloud Platform: How to Configure SSH Port Forwarding and Set Up Load Testing on Google Compute Engine, URL: <https://cloud.google.com/compute/docs/tutorials/how-to-configure-ssh-port-forwarding-set-up-load-testing-on-compute-engine/>, 6.09.15

### Apache JMeter

Um die Tests zu realisieren, wird eine Anwendung benötigt, die die Möglichkeit bietet Anfragen zu simulieren, um Last auf dem Testsystem zu erzeugen und die Resultate zu analysieren. Zur Durchführung der gewünschten Tests wurde sich daher für Apache JMeter entschieden.

JMeter ist eine in Java geschriebene Anwendung. Da es sich um ein Open Source Projekt handelt, sind Dokumentation und Quellcode frei zugänglich. Es wurde als Performancemessungs-Programm für Webanwendungen entwickelt, der Funktionsumfang hat jedoch stetig zugenommen. Zu den möglichen Performance Messungen gehören unter anderem HTTP, FTP, JDBC, SOAP/REST und Java. Es kann auch genutzt werden um Last auf einem Server, einer Gruppe an Servern oder einem Netzwerk zu simulieren. Dabei können nicht nur Laufzeiten berücksichtigt werden, sondern auch die Inhalte mit Bedingungen verknüpft und überprüft werden. Testsets können in der grafischen Oberfläche erstellt und die erzeugten Ergebnisse in Echtzeit ausgewertet werden.<sup>4 5</sup>

### JMeter Konfiguration

Zum Durchführen der Benchmark Tests wird JMeter Version 2.13 genutzt. Die Konfiguration des Programmes erfolgt nach dem Client-Server Prinzip. Abbildung 6.2 veranschaulicht den Aufbau. Die Kommunikation wird über SSH Port Tunneling realisiert. Die Steuerung der JMeter Server Instanz erfolgt über den Port 24000. Für die weitere Kommunikation zwischen Client und Server Instanz wird Java Remote Method Invocation (RMI) eingesetzt. Client seitige Aufrufe erfolgen über Port 25000. Serverseitig erfolgt dies über Port 26000. Für die Überwachung und Messung der Serverauslastung, wird auf allen drei Instanzen *JMeter Perfmon Agent* installiert.

---

<sup>4</sup>The Apache Software Foundation: Apache JMeter, URL: <http://jmeter.apache.org/>, 7.09.2015

<sup>5</sup>FH Wedel, Tim Bardenhagen: Performance-Analyse-Werkzeuge für Java, URL: <http://www.fh-wedel.de/~si/seminare/ws02/Ausarbeitung/9.perftools/perftool2.htm>, 7.09.2015

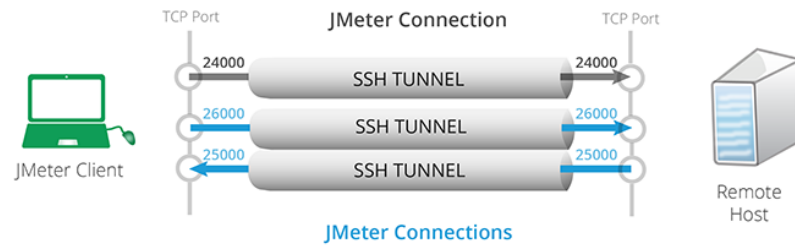


Abbildung 6.2.: Verbindungskonfiguration der JMeter Client Instanz zum JMeter Server.<sup>6</sup>

### 6.2.2. Testsets

Für Pydio und Owncloud werden jeweils vier Testsets erstellt. Diese werden dreimal durchlaufen und es werden die Durchschnittswerte aus den Ergebnissen gebildet. Ziel ist die Ermittlung des maximalen Durchsatzes der beiden Anwendungen, die sich draus ergebende Maximallast, so wie die Feststellung von Flaschenhälsen und mögliche Ableitungen für Stabilitätskriterien.

### Bedingungen und Einschränkungen

Zur Durchführung der quantitativen Benchmarks bedarf es Testsets, die ein gezieltes zu testendes Verhalten simulieren. Um beide Anwendungen vergleichen zu können, müssen die Rahmenbedingungen möglichst identisch sein. Bereits im Kapitel 6.2.1 wurde der Aufbau des Testsystems besprochen. Um Nebenhäufigkeiten innerhalb der Anwendungen zu reduzieren, müssen hier ebenfalls gleiche Bedingungen geschaffen werden. In Anbetracht der Tatsache, dass im Produktivbetrieb die Sync,n‘Share Lösungen hauptsächlich über Endgeräte-Clients angesprochen werden, liegt der Schwerpunkt der Tests auf der jeweiligen Anwendungs-API. Zusammenfassend ergeben sich daraus folgende Kriterien:

- Keine Verwendung von Caches und Cookies.

<sup>6</sup>Google Cloud Platform: How to Configure SSH Port Forwarding and Set Up Load Testing on Google Compute Engine, URL: <https://cloud.google.com/compute/docs/tutorials/how-to-configure-ssh-port-forwarding-set-up-load-testing-on-compute-engine/>, 7.09.15

- Funktionalitäten die nicht beide Anwendungen bereitstellen, deaktivieren
- Verwendung der WebDav-API für die Testsets
- einheitliche Logins durch HTTP Basic Authentication

### Komponenten eines Testsets

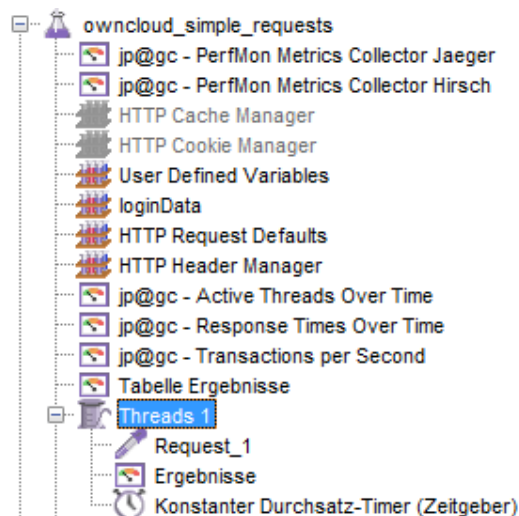


Abbildung 6.3.: Einzelnen Komponenten eines Testsets, Ausschnitt aus Apache JMeter

Ein Testset lässt sich mittels der grafischen Oberfläche von JMeter leicht erstellen. Dieser besteht aus verschiedenen Bestandteilen. Für das Monitoring des Testsystems und dem Last Erzeuger wird der *PerfMon Metrics Collector* verwendet. Die Überwachung Cache und Cookie Nutzung wurden deaktiviert. Die nachfolgenden zwei Komponenten enthalten Einstellungsvariablen und die Zugangsdaten für die Anwendungen. Die *HTTP Request Defaults* Komponente enthält Angaben darüber wie die Anwendung aufgerufen werden soll. Der *HTTP Header Manager* ermöglicht die Simulation verschiedener Endgeräte - Standard ist Mac OS mit Firefox Version 22. Die nächsten vier Komponenten dienen zum Sammeln und Speichern der gewünschten Daten.

Kern des Testsets ist die letzte Komponente. Sie stellt den eigentlichen Test dar. Die *Thread* Komponente erzeugt einen Benutzer Pool, der die Anfragen generiert und gibt die Laufzeiten für den Test vor. Die *Request* Komponente enthält nochmals spezifi-

sche Angaben über die Art des Benutzer Aufrufs, die von jedem Benutzer verwendet wird. Die zentrale Komponente ist dabei der *Konstante Durchsatz-Timer*. Er dient der Steuerung der Benutzeranfragen und überprüft die Einhaltung der gewünschten maximal Last.

**Bedeutung des konstanten Durchsatz-Timers für die Testsets** Zum Verständnis zur Funktionsweise sei diese nachfolgend erklärt. Ziel dieser Komponente ist es, einen zuvor angegebenen konstanten Durchsatz in Transaktionen je Minute zu erreichen. Dafür werden Anfragen gegebenenfalls zurückgehalten. Es wird jedoch nicht garantiert, dass der gewünschte Durchsatz erreicht wird. Praktisch bedeutet dies, dass sich bei steigender Last die Antwortzeiten vergrößern. Überschreiten die Zeiten eine kalkulierte Zeitspanne (Mittelwert größer als Durchschnitt), oder sind die Transaktionen je Sekunde nicht konstant, wird die Anzahl der Anfragen reduziert bis der Durchsatz konstant ist. Man kann dies als Reverse Ansatz verstehen, bei dem zuerst der Test durchgeführt und anschließend erst das Ergebnis überprüft wird. Der Vorteil ist eine vereinfachte Steuerung des Tests bei genaueren Resultaten. Das Verhalten der Komponente führt jedoch auch zu einem unerwünschten Nebeneffekt bei Lasttests über eine längere Laufzeit. Obwohl ein zu testendes System den gewünschten Durchsatz erreichen würde, reduziert der Durchsatz-Timer die Anfragen, da die Transaktionen je Sekunde oder die Antwort Zeitspanne aufgrund der hohen Last nicht konstant ist. Angesichts dieser Erkenntnis werden die *Laufzeiten der Testsets auf 30 Sekunden begrenzt*, um das unerwünschte Verhalten zu vermeiden und die Ergebnisse nicht unfreiwillig zu verfälschen.

### **Parallele Benutzer Aufrufe**

Das erste Testset simuliert das einfache Aufrufen der Anwendung über den Webbrowser mit gleichzeitigem Login. Für jeden Aufruf wird dabei ein anderes Benutzerkonto verwendet. Die Datensätze für die Benutzerkonten sind für beide Anwendungen identisch.

Getestet wird der Durchsatz in Transaktionen je Sekunde mit folgenden vorgegebenen Ziel Werten: 1, 3, 5, 8, 10, 15, 20, 30, 50.

### **Parallele Downloads**

Unter Nutzung der WebDav API werden Pakete verschiedener Datengrößen, durch eine unterschiedliche Anzahl an simulierten Nutzern heruntergeladen. Die kleinste Dateneinheit ist eine typische PDF Datei, die als *file* bezeichnet wird. Des weiteren



werden 10 MB und 100 MB getestet. Für den direkten Vergleich wird abermals der Durchsatz betrachtet. Das gleichzeitiger Herunterladen der Daten hat jedoch Einfluss auf diese Angabe.

Getestete Durchsatz Werte: 5, 10, 20, 30, 40, 50.

### **Parallele Uploads**

Das dritte Testset ist dem zweiten Testset ähnlich. Hier erfolgt jedoch das Hochladen der bereits genannten Datengrößen.

Getestete Durchsatz Werte: 5, 10, 20, 30, 40.

### **Parallele Down- und Uploads**

Das letzte Testset ist die Kombination der beiden vorherigen Testsets. Hochladen und Herunterladen der gegebenen Datengrößen erfolgt parallel.

Getestete Durchsatz Werte: 5, 10, 20, 30.

## **6.3. Auswertung und Vergleich der Ergebnisse**

Im Folgenden werden die durchgeführten Benchmark-Tests ausgewertet und die Ergebnisse gegenübergestellt. Die Visualisierung der Ergebnisse soll die Leistungsunterschiede besser hervorheben. Um die Bedeutung der einzelnen Ergebnisse besser nachvollziehen zu können, wird das erste Testset ausführlich erläutert und auf einzelne generierte Darstellungen näher eingegangen. Im weiteren Verlauf wird an der jeweiligen Stelle auf detaillierte Ergebnistabellen und Grafiken im Anhang verwiesen. Zusätzlich befinden sich alle Testsets und alle gesammelten Messdaten auf CD.

### **6.3.1. Parallele Benutzer Aufrufe**

Ziel des ersten Testsets war der einfache parallele Aufruf über den Webbrowser mit gleichzeitigem Login. Zuerst wurde *Owncloud* und anschließend *Pydio* untersucht. Die nachfolgende Abbildung 6.4 zeigt die Auswertung der Versuchsdurchläufe bei *Owncloud*. Die zugehörigen Daten sind im Anhang unter Tabelle B.1 und B.2 einsehbar. Wie zu erkennen ist, steigen mit wachsender Requests per Second (RPS) Anzahl auch die Reaktionszeiten. Bei über 50 Transaktionen pro Sekunde können keine Anfragen mehr beantwortet werden.

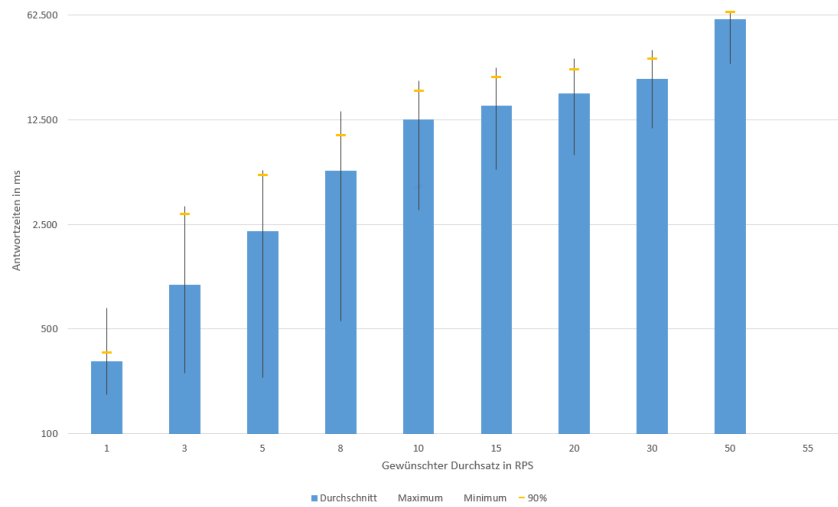


Abbildung 6.4.: Durchschnittliche Antwortzeiten - Ab einer Anzahl von über 50 RPS ist das System überlastet.

Abbildung 6.5 zeigt den Monitoring-Verlauf während eines Versuchsdurchlaufs. Die einzelnen Ausführungen sind ersichtlich an der blauen Kennlinie, deren Amplituden die Auslastung der CPU darstellen. Mit jeder Ausführung erhöht sich die RPS Zahl und damit auch die Auslastung des Arbeitsspeichers. Bei 50 RPS ist dieser ausgelastet und das System beginnt mit der Auslagerung auf die Festplatte, ersichtlich an dem Ausschlag der grünen Verlaufslinie. Folglich reagiert das System nicht mehr.

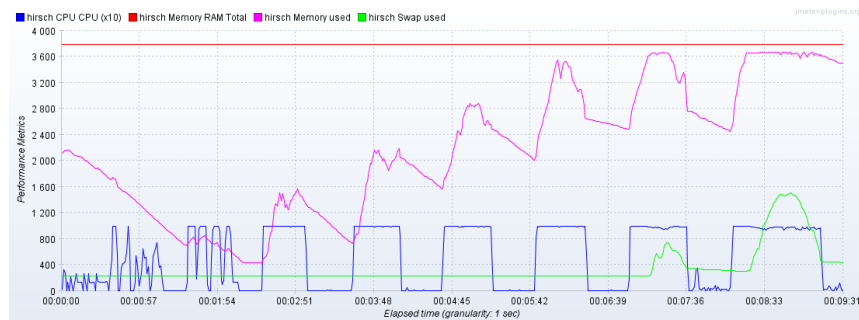


Abbildung 6.5.: Monitoring Owncloud Testsystem - Ab 30 RPS kommt es zum Swapping (erster Ausschlag der Grünen Linie), ab 50 RPS ist das System ausgelastet.

Zum Vergleich des Pydio Tests dienen Abbildungen 6.6 und 6.7. Wie deutlich ersichtlich wird, kann das Testsystem nicht mehr als einen Durchsatz von acht RPS beantworten. Das sind nur rund 16% der Leistung von *Owncloud*.

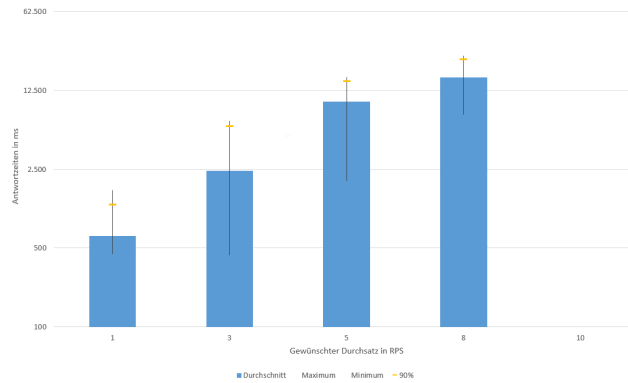


Abbildung 6.6.: Durchschnittliche Antwortzeiten - Bereits bei über acht RPS reagiert das System nicht mehr.

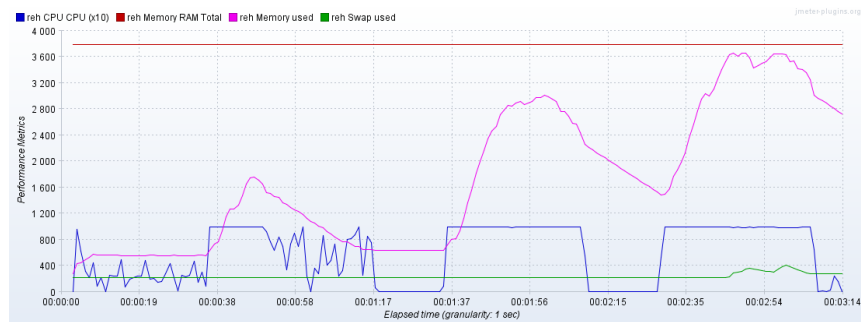


Abbildung 6.7.: Monitoring Pydio Testsystem - Die Auslastung des Systems und Arbeitsspeichers ist bei einem Durchsatz von acht RPS erreicht.

Um beide Ergebnisse direkt vergleichen zu können, wurden diese in Abbildung 6.8 dargestellt. Es ist erkenntlich, dass die Antwortzeiten von *Pydio* länger sind.

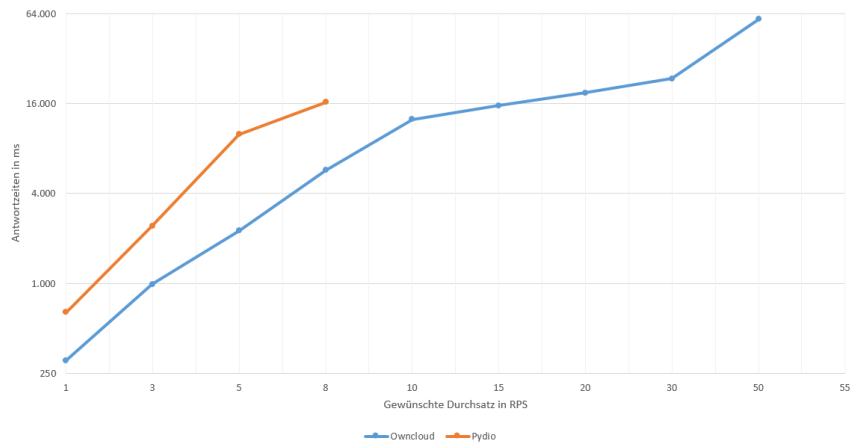


Abbildung 6.8.: Vergleich der Antwortzeiten - Pydio hat stets längere Antwortzeiten. Owncloud reagiert auch bei höherer Last.

Aus den Ergebnistabellen B.1 und B.2 im Anhang lassen sich die gewünschten RPS und die dazugehörigen erreichten RPS ablesen. Während *Pydio* ein Maximum von 5 RPS erreicht, besitzt *Owncloud* einen maximalen Durchsatz von 8 RPS. *Owncloud* kann jedoch Anfragen trotz höherer Belastung weiterhin beantworten.

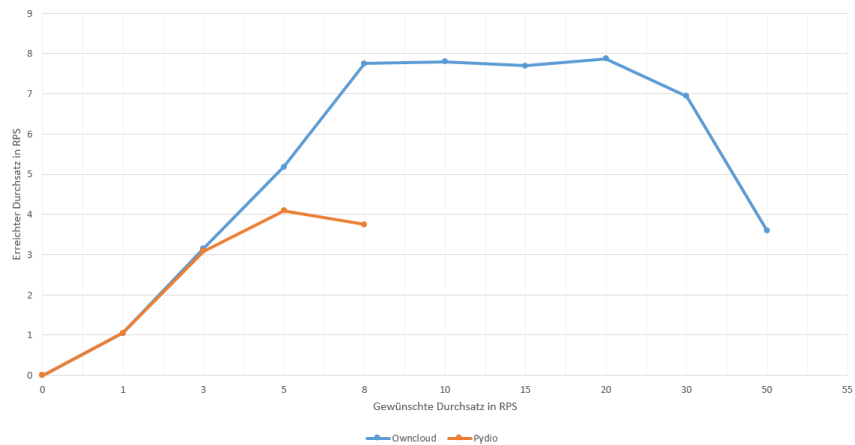


Abbildung 6.9.: Vergleich des Durchsatzes - Owncloud erreicht einen doppelt so hohen Durchsatz und kann dank geringerem Ressourcenverbrauch Anfragen längere Zeit beantworten.

Aus den Ergebnissen lässt sich die Schlussfolgerung ableiten, dass *Owncloud* einen geringeren Ressourcenverbrauch bei der Bearbeitung einer Anfrage aufweist und daher einen höheren Durchsatz erreicht. Es könnte auch die modulare Architektur von *Pydio* häufigere Datenbank Anfragen erfordern und somit zu längeren Antwortzeiten führen. Beide Anwendungen erreichen jedoch nur einen Bruchteil des gewünschten Durchsatzes.

### 6.3.2. Parallele Downloads

Die Durchführung von parallelen Downloads unter Verwendung der WebDav API mit unterschiedlichen Testgrößen ist besonders bei der Nutzung von Clients zur Synchronisation mit Endgeräten von Bedeutung. Die Untersuchung beider Anwendungen erfolgte mit den gleichen Testgrößen und unter identischen Voraussetzungen.

Die ermittelten Resultate sind in der Tabelle B.3 und B.4 im Anhang zusammengefasst worden. Die Abbildung 6.10 veranschaulicht die Ergebnisse grafisch und ermöglicht einen direkten Vergleich. Gezeigt wird der maximal erzielte Durchsatz bei den Versuchsdurchläufen mit den verschiedenen Testgrößen. Die hellblaue, orangefarbene und graue Verlaufslinie repräsentieren den Durchsatz von *Pydio*, während gelb, dunkelblau und grün für *Owncloud* stehen. Bei der Ausführung aller drei Testgrößen entspricht der maximale Durchsatz von *Pydio* nur 50% des erreichten Durchsatzes von *Owncloud*. Weiterhin ist die Auslastung des Pydio Testsystems wesentlich schneller erreicht, so dass eine erhöhte Anzahl an Anfragen zu einer Überlastung des Systems führten. Dieses Verhalten zeigte sich bereits beim vorherigen Test (vgl. Kapitel 6.3.1).

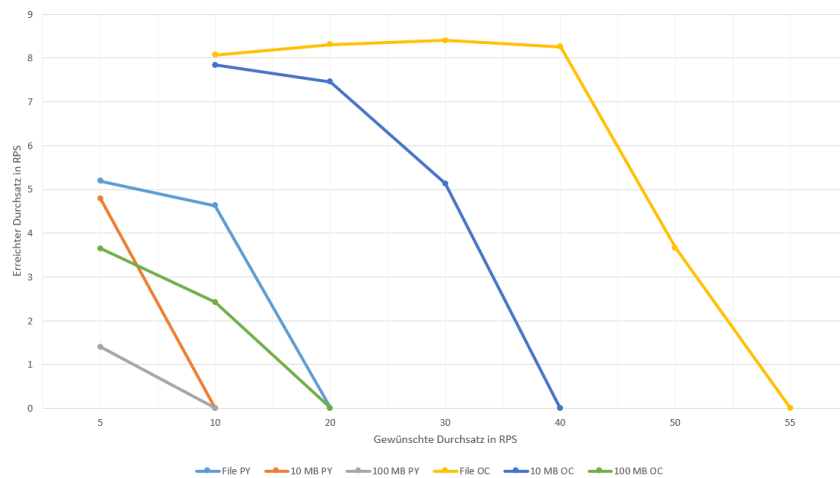


Abbildung 6.10.: Vergleich des Durchsatzes bei verschiedenen Paketgrößen - Durchsatz nur als Vergleichswert, nicht jedoch als Performance Indikator.

Aus den Messdaten konnten ebenfalls die Antwortzeiten und Gesamtlaufzeiten erfasst werden. Diagramm B.7 und B.8 im Anhang veranschaulichen dies. Für die Auswertung soll an dieser Stelle Abbildung 6.11 betrachtet werden. Visualisiert werden die Antwortzeiten von Owncloud-blau und Pydio-grün. Grau dargestellt ist die jeweilige Anzahl an Anfragen an das Testsystem. Die reine Zeit für das Herunterladen der Daten wurden außen vorgelesen.

Wie zu erwarten, steigen die Antwortzeiten mit der zunehmender Duschsatzerhöhung. Ein Vergleich mit *Pydio* ist nur bedingt möglich, da bereits bei einem geringen Durchsatz das Systems ausgelastet wurde.

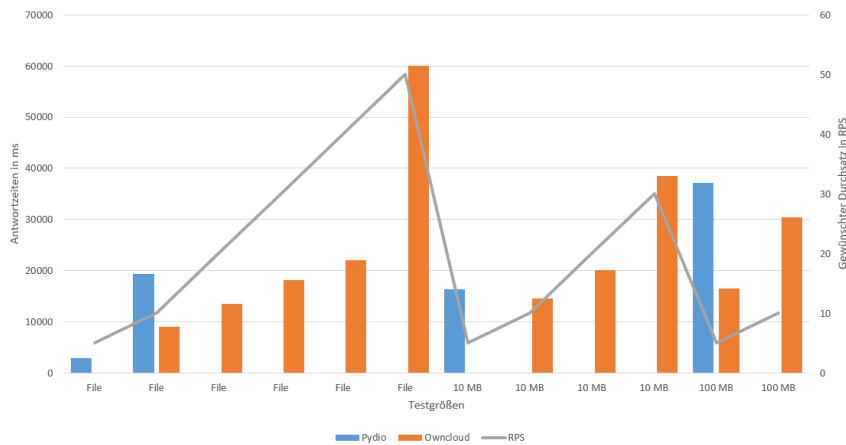


Abbildung 6.11.: Vergleich der Antwortzeiten bei verschiedenen Paketgrößen - Die Zeiten für das Herunterladen wurde bereinigt.

Ersichtlich wird jedoch, dass bei einer hohen Anzahl an kleinen Downloads oder bereits bei einer kleineren Menge größeren Pakete, die Antwortzeiten stark zunehmen. Zum einen führt das gleichzeitige Senden vieler Datenpakete zu einem starken *Overhead*, zum anderen verfügt das Testsystem nur über einen 1Gbit-Anschluss. Bei einem hohen Datendurchsatz führt dieser Anschluss aufgrund der parallelen Downloads und des gleichzeitigen Sendens neuer Anfragen zu einer Limitierung. Die bereits genannten Diagramme B.7 und B.8 illustrieren den sprunghaften Anstieg der Download- Zeit.

Die Erkenntnisse aus dem ersten Test werden durch dieses Testset bekräftigt. Die Limitierung des Durchsatzes aufgrund eines einzelnen physischen Netzanschlusses sollte bei einem Produktivsystem beachtet werden.

### 6.3.3. Parallele Uploads

Ähnlich dem zweiten Test (vgl. Kapitel 6.3.2) erfolgt die Durchführung in die entgegengesetzte Richtung. Daten werden auf das Testsystem hochgeladen. Die Bedeutung entspricht ebenfalls dem vorherigen Test und ermöglicht es das Verhalten der Anwendungen beim Empfang neuer Daten zu beobachten. Tabelle B.5 und B.6 im Anhang bieten eine detaillierte Auswertung der Messdaten. Die anschließende Abbildung 6.12 stellt die Ergebnisse grafisch dar. Die erreichten Durchsätze entsprechen den Ergebnissen der vorangegangenen Tests und bestätigen deren Aussagen. Als Besonderheit

sei jedoch festzustellen, dass *Pydio* bei großen Datensätzen einen geringfügig höheren Durchsatz erreicht hat als *Owncloud*. Eine Erklärung für dieses Verhalten kann allerdings nicht gegeben werden.

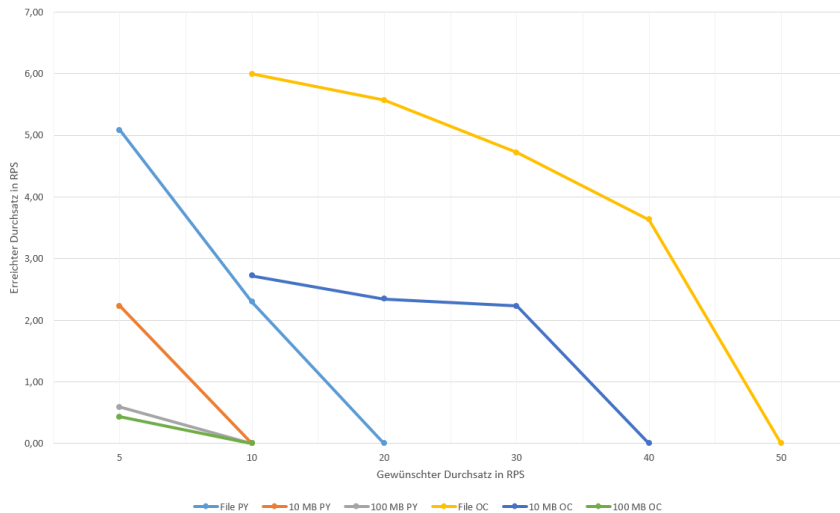


Abbildung 6.12.: Vergleich des Durchsatzes bei verschiedenen Paketgrößen - *Pydio* besitzt bei großen Testpaketen einen besseren Durchsatz.

Wird der sprunghafte Anstieg der Antwortzeiten am Ende des Diagramms in Abbildung 6.13 betrachtet, zeigt sich zum wiederholten Mal eine Limitierung des Netzanschlusses und somit daraus folgende längere Antwortzeiten.



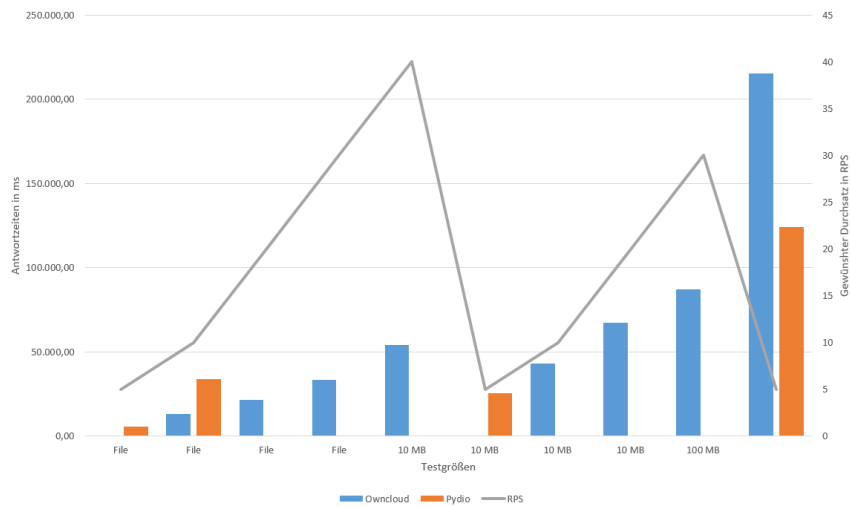


Abbildung 6.13.: Vergleich der Antwortzeiten bei verschiedenen Paketgrößen - Die Antwortzeiten bei *Pydio* sind bei großem Uploads geringer als bei *Owncloud*.

Die erzielten Ergebnisse festigen die bereits erhaltenen Kenntnisse und bestätigen diese. Die Anomalie des erhöhten Durchsatzes seitens *Pydio* bei großen Datensätzen kann an dieser Stelle nicht erklärt werden.

### 6.3.4. Parallele Down- und Uploads

Der vierte und zugleich letzte Test bestand in der Kombination der beiden vorherigen Tests (vgl. 6.3.2, 6.3.3). Zu diesem Zweck wurden 15 Testgruppen erzeugt, die jeweils aus dem gleichzeitigen Herunterladen und Hochladen von Testdaten bestanden (vgl. Tabelle 6.1).

Tabelle 6.1.: Testgruppen

Gruppe	Testgröße	Download / Upload
1-4	File	Download
1-4	10MB	Upload
5-8	10MB	Download
5-8	File	Upload
9-12	File	Download
9-12	File	Upload
13-15	10MB	Download
13-15	10MB	Upload

Die Resultate des Tests wurden grafisch zusammengefasst und werden in Abbildung 6.14 dargestellt. Tabelle B.7 und B.8 im Anhang bieten weitere Details zu den Ergebnissen. Wertet man diese aus, sind hohe Antwortzeiten festzustellen, die sich aus den gleichzeitigen Down- und Uploads ergeben. Die Bandbreitenlimitierung als Ursache wird an diesem Beispiel nochmals verdeutlicht. Auch die sichtbar unterschiedlichen Antwortzeiten, die sich daraus ergeben, werden zum wiederholten Male aufgezeigt. Auffällig ist das erstmalige Auftreten von Fehlern bei der Ausführung des Benchmarks von *Owncloud*. Diese sind in Gruppe 2 und 12 mit jeweils mit 6,15% und 0,53% Fehlerrate detektiert worden. Bei der Untersuchung dieses Fehlers wurde keine Einschränkungen in der Verwendung der Anwendung festgestellt. Auch wurden die Daten korrekt übertragen. Grund für den Fehler ist der HTTP 500 Code, der für einen *Internal Server Error* steht. Die Vermutung liegt nahe, dass gleichzeitig fehlgeschlagene Cache-Einträge in die Datenbank als Ursache zu nennen sind.

## 6. QUANTITATIVES BENCHMARKING

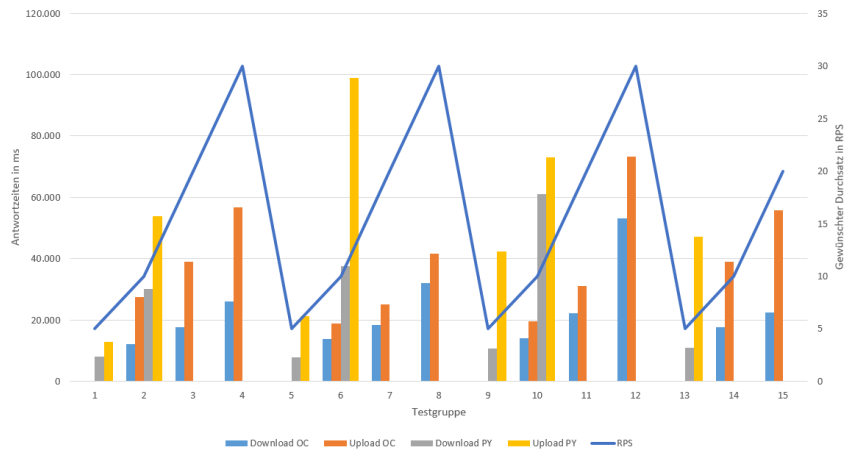


Abbildung 6.14.: Vergleich der Antwortzeiten. Payload wurde nicht bereinigt. *Owncloud* deutlich bessere Werte als *Pydio*

Es werden ebenfalls die Durchsätze miteinander verglichen. Diese zeigt, wie zu erwarten war, ein fast identisches Bild.

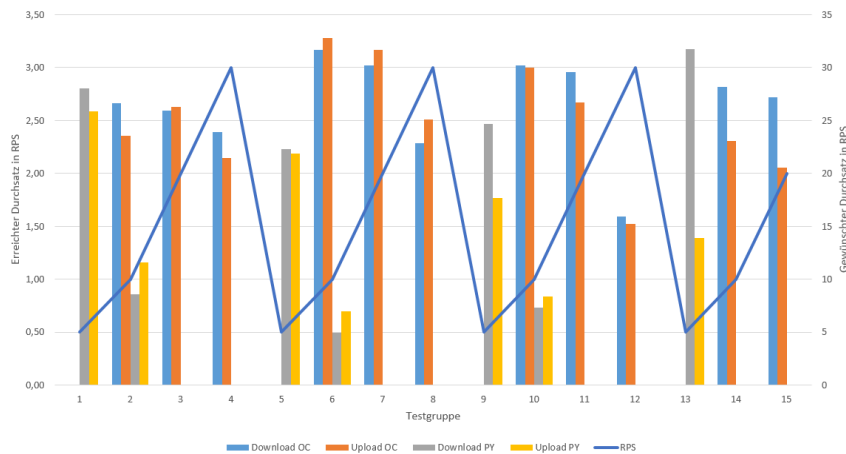


Abbildung 6.15.: Vergleich der Antwortzeiten bei verschiedenen Paketgrößen. Payload wurde nicht bereinigt. - Erzielter Durchsatz bei *Owncloud* immer höher als bei *Pydio*

Wieso einmalig Fehler bei der erstmaligen Ausführung des Tests aufgetreten sind, kann abschließend nicht erklärt werden. Im Gegensatz dazu werden die bereits gewonnenen Erkenntnisse nochmals bestätigt.

## 6.4. Diskussion

Mit der Auswertung der Tests und den Schlussfolgerungen, die daraus gezogen werden sollen, muss auch die Frage nach der Validität der Ergebnisse gestellt werden. Dabei sollen verschiedene kritische Faktoren genannt werden, die eine Verringerung der Validität mit sich bringen.

Die Aussagefähigkeit eines Tests ist umso größer, je mehr sich dieser der Realität annähert. Die Tests wurden allerdings in keiner realen Testumgebung durchgeführt, weil sich alle Server innerhalb eines geschlossenen Netzwerks befanden. Der verteilte Zugriff über verschiedene Zugangspunkte wie DSL, Mobilnetz und dem Intranet ist aus zeitlichen Gründen nicht durchführbar gewesen. Zudem wurden die Server einzig und allein für diese Tests bereitgestellt, somit gab es keine anderen nebenläufigen Einflüsse, die gleichzeitig stattfanden. Es gibt eine Vielzahl an Tests, die durchführbar gewesen wären. Der zeitliche Umfang erfordert jedoch eine Eingrenzung der Testanzahl. Möchte man spezifische Software auf einem System laufen lassen, wird es speziell diesen Anforderungen angepasst. Bei den Testsystemen wurde jedoch nur eine Standardinstallationen verwendet, ohne dass individuelle anwendungsspezifische Konfigurationen durchgeführt wurden.

Eine maximale Performance könnte durch individuelle Anpassungen erreicht werden. Zu nennen wäre zum Beispiel die Möglichkeit, die Apache Module auf ein Minimum zu reduzieren und somit den Ressourcenverbrauch zu reduzieren. Dadurch könnten gegebenenfalls mehr RPS beantwortet werden. Im Normalfall sind Webserver und Datenbankserver getrennt. In diesem Fall wurde die Datenbank auf dem gleichen Server betrieben. Es gab auch keine weiteren Änderungen seitens der Datenbank Konfiguration.

Die Testsets selbst haben sich nur auf WebDav API konzentriert. Die Verwendung der *Pydio* eigenen API wäre gegebenenfalls performanter. Der Zugriff über den Webbrowser ermöglicht standardmäßig das Einbeziehen von *Caches* und *Cookies*. Bei ersten Testsets wurden sie nicht genutzt. In den alltäglichen Situationen werden die Datengrößen sehr dynamisch sein. Für eine einheitliche Bewertung wurden unterdessen statische Größen eingesetzt. Abschließend sei zu vermerken, dass die Anzahl an Testreihen zu gering für repräsentative Ergebnisse ist.

Trotz der genannten Tatsachen gelten diese Einschränkungen für beide Cloud-Lösungen gleichermaßen. Ein Gegenüberstellen der Ergebnisse ist ungeachtet dessen somit möglich.

## 7. Schlussbetrachtungen

Der Abschluss der Bachelorarbeit soll zuerst die Zusammenfassung, samt erarbeiteter Aussagen und Erkenntnisse bilden, gefolgt von einer Empfehlung eines *Sync,n'Share* Dienstes für die TU Chemnitz. Neue Entwicklungen und Veränderungen die sich im späteren Verlauf dieser Arbeit ergeben haben, sollen als Ausblick am Ende genannt werden.

### 7.1. Zusammenfassung / Fazit

Zweck dieser Bachelorarbeit ist es gewesen, mittels fundierter Erkenntnisse zu der Entscheidung zu gelangen, welcher *Sync,n'Share* Dienst sich für den Einsatz an der TU Chemnitz als besonders geeignet erweist. Durch Alltagsbeispiele wurde an das Thema herangeführt und die Probleme wurden verdeutlicht. Besonders die Beachtung des Datenschutzes war von großer Bedeutung. Mit dem genannten Ziel der Implementierung eines Cloud Dienstes an der Universität wurden im 2. Kapitel die Anforderungen aus verschiedenen Perspektiven genannt. Die Mindestanforderungen an einen Cloud Dienst wurden gemeinsam mit den Mitarbeitern des Universitätsrechenzentrums erarbeitet und in einem Lastenheft, in das auch Wünsche von Erstanwendern mit eingeflossen sind, festgehalten. Die Vermittlung des nötigen Grundwissens zu dieser Thematik und die Erläuterung der vorkommenden Begriffe wird in Kapitel 3 behandelt. Zuerst erfolgt die Nennung einer Definition für den Begriff *Cloud*. Anschließend werden die Eigenschaften eines Cloud Services genannt, welche organisatorischen Arten existieren und auf welchen unterschiedlichen Architekturmodellen diese basieren.

Kapitel 4 stellt die ausgewählten und zu untersuchenden Cloud-Anwendungen kurz vor. Diese lauten wie folgt: *AeroFS*, *GoodSync*, *Owncloud*, *Pydio*, *Seafile* und *Syncplicity*. Mit dem 5. Kapitel beginnt der Hauptteil der Arbeit. Die Anwendungen wurden insgesamt nach 14 Kriterien evaluiert und gegenübergestellt. Am Ende dieses Kapitels wurde eine Vergleichsübersicht mit Punktwertungen generiert. Aus dieser ging hervor, dass *AeroFS*, *GoodSync*, *Seafile* und *Syncplicity* für den Einsatz an der TU Chemnitz aufgrund nicht erfüllter Anforderungen oder zu hohen Kosten ungeeignet für den Einsatz sind und daher nicht weiter untersucht werden. Diese

Entscheidung gilt nur für die TU Chemnitz. Andere Universitäten könnten unter Einbeziehung individueller Anforderungen zu anderen Entscheidungen gelangen. Nach ausführlicher qualitativer Evaluation der Cloud-Produkte haben sich *Owncloud* und *Pydio* als Favoriten herauskristallisiert. Das 6. Kapitel sollte daher quantitative Aussagen über die Performance und Skalierbarkeit der zwei verbleibenden Anwendungen *Owncloud* und *Pydio* machen. Für das bessere Verständnis wurde das Grundlagenwissen ergänzt um Arten und Maßgrößen von Tests sowie den Aufbau des Testsystems. Im Anschluss erfolgte die Durchführung der vier Testsets: *parallele Benutzer Aufrufe*, *parallele Downloads*, *parallele Uploads* und die Kombination der beiden letzteren Testsets.

Die Auswertung der Daten hat deutlich gezeigt, dass der Ressourcenverbrauch von *Owncloud* wesentlich geringer ist; somit ist er schneller und kann mehr Anfragen im Vergleich zu *Pydio* verarbeiten. Auch wurde aufgezeigt, dass das gleichzeitige Hochladen oder herunterladen großer Daten durch viele Nutzer zu einem Flaschenhals bei der Speicheranbindung und zur Überlastung des Webserver führen kann und daher genügend Ressourcen vorgehalten werden sollten.

Als Fazit für diese Bachelorarbeit unter Beachtung der Validität der Ergebnisse, wird *Owncloud* für die Verwendung als *Sync,n'Share* Dienst an der TU Chemnitz empfohlen.

### 7.2. Ausblick

Im Laufe der Untersuchungen sind bereits neue Versionen der einzelnen Produkte erschienen. Die Gültigkeit der Aussagen kann daher nur für die zum Untersuchungszeitpunkt verwendeten Produktversionen garantiert werden. Folglich können auch die genannten Performance Einschränkungen in *Pydio* behoben sein. Eine erneute Evaluation zu einem späteren Zeitpunkt und Neubewertung kann daher sinnvoll sein. Auch die Durchführung neuer Tests unter Einbeziehung weiterer Kriterien wie zum Beispiel *Caches* kann abweichende Erkenntnisse liefern. Unter Einbeziehung der Resultate dieser Bachelorarbeit, wird bereits die Open Source Version von *Owncloud* als *Sync,n'Share* Dienst unter <https://box.tu-chemnitz.de> im Pilotbetrieb eingesetzt. Aktuell ist diese nur für Mitarbeiter der Universität verfügbar.

## Literaturverzeichnis

- [AFG<sup>+</sup>10] Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D Joseph, Randy Katz, Andy Konwinski, Gunho Lee, David Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica *et al.*: *A view of cloud computing*, *Communications of the ACM*, Bd. 53(4):S. 50–58, 2010.
- [Bau12] Prof. Dr. Christian Baun: *Was ist Cloud Computing - eine kompakte Einführung*, Mai 2012.  
URL [http://baun-vorlesungen.appspot.com/Netzwerke12/Skript/Was\\_ist\\_Cloud\\_Computing\\_auf\\_2\\_Seiten\\_v1.1.pdf](http://baun-vorlesungen.appspot.com/Netzwerke12/Skript/Was_ist_Cloud_Computing_auf_2_Seiten_v1.1.pdf)
- [BHSS12] Michael Bräuninger, Justus Haucap, Katharina Stepping und Torben Stühmeier: *Cloud Computing als Instrument für effiziente IT-Lösungen*, Techn. Ber., Hamburgisches WeltWirtschaftsInstitut (HWWI), September 2012.  
URL [http://www.hwwi.org/fileadmin/\\_migrated/tx\\_wilpubdb/HWWI\\_Policy\\_Paper-71.pdf](http://www.hwwi.org/fileadmin/_migrated/tx_wilpubdb/HWWI_Policy_Paper-71.pdf)
- [Car09] Nicholas Carr: *The big switch: die Vernetzung der Welt von Edison bis Google*, mitp, 2009, ISBN 9783826655081.  
URL <https://books.google.de/books?id=pNzEOgAACAAJ>
- [Die06] Michael Dietrich: *Simulation von Benutzern zur Messung der Performanz und Testen von ActiveMath*, Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, Dezember 2006.  
URL [www.activemath.org/pubs/Dietrich-Stresser-Diplom2006.pdf](http://www.activemath.org/pubs/Dietrich-Stresser-Diplom2006.pdf)
- [fSidI12] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: *Sicherheitsempfehlung für Cloud Computing Anbieter*, Techn. Ber., Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Februar 2012.  
URL <https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Mindestanforderungen/Eckpunktepapier-Sicherheitsempfehlungen-CloudComputing-Anbieter.pdf>

- [Gre10] T. Grechenig: *Softwaretechnik: Mit Fallbeispielen aus realen Entwicklungsprojekten*, IT Informatik, Pearson Studium, 2010, ISBN 9783868940077.  
URL <https://books.google.de/books?id=RcSv1D2-QQ0C>
  
- [JG11] Wayne Jansen und Timothy Grance: *Guidelines on Security and Privacy in Public Cloud Computing*, Techn. Ber., National Institute of Standards and Technology, Dezember 2011.  
URL <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-144/SP800-144.pdf>
  
- [KPM15] AG KPMG: *Cloud Monitor 2015–Cloud-Computing in Deutschland–Status quo und Perspektiven*, <https://Fwww.bitkom.org/FPublikationen/F2015/FStudien/FCloud-Monitor-2015/FCloud-Monitor-2015-KPMG-Bitkom-Research.pdf>, 2015.
  
- [Syn15] Syncplicity: *Syncplicity Customer Support*, 2015.  
URL <https://www.syncplicity.com/x6wq>
  
- [Wei10] Thilo Weichert: *Cloud computing und Datenschutz, Datenschutz und Datensicherheit-DuD*, Bd. 34(10):S. 679–687, 2010.



## **Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt, nicht anderweitig zu Prüfungszwecken vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche wissentlich verwendete Textausschnitte, Zitate oder Inhalte anderer Verfasser wurden ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

Chemnitz, den 13. Januar 2016

---

Robert Unger

## Anhang A.

### Qualitative Evaluation

#### A.1. Zugang, Clients

##### A.1.1. Mobile

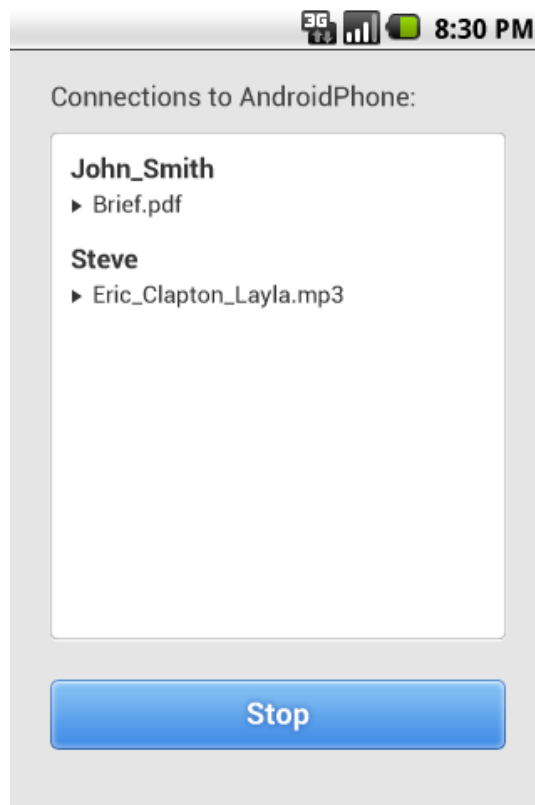
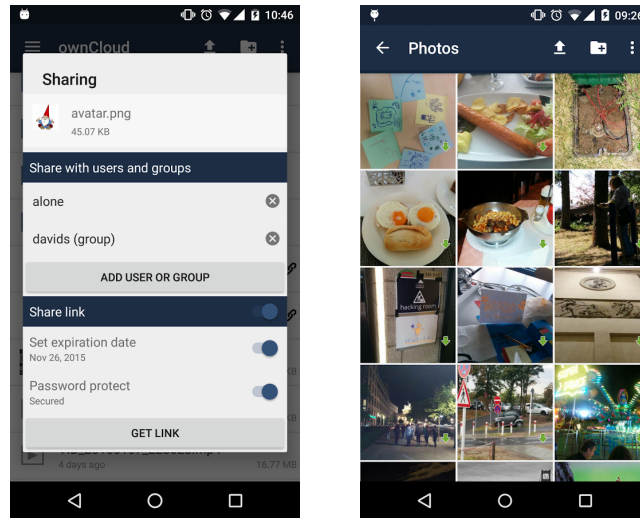


Abbildung A.1.: *Goodsync* Android Client<sup>1</sup>

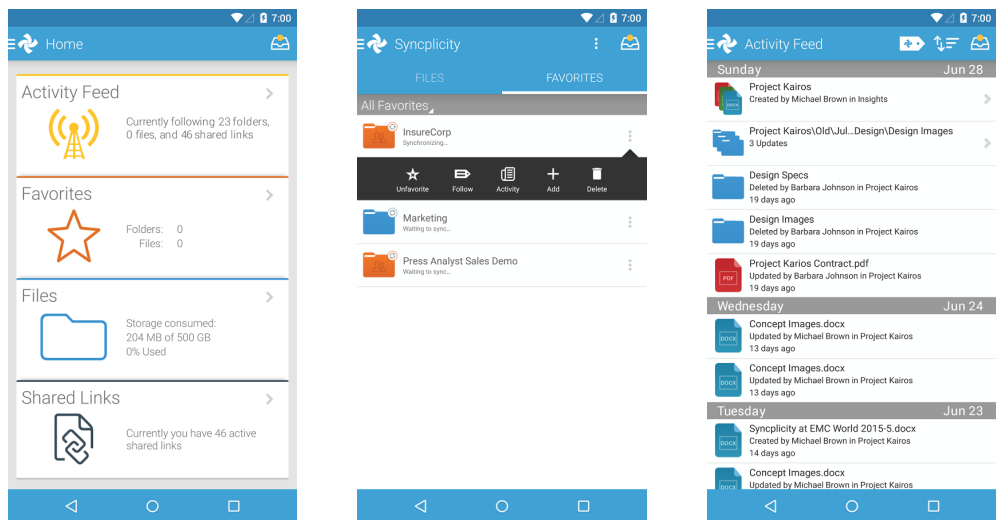
<sup>1</sup>Play.google.com: Goodsync, URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.siber.gsserver>, 1.12.15



(a) Freigaben

(b) Galerie

Abbildung A.2.: Weitere Grafiken des *Owncloud* Android Clients.<sup>2</sup>



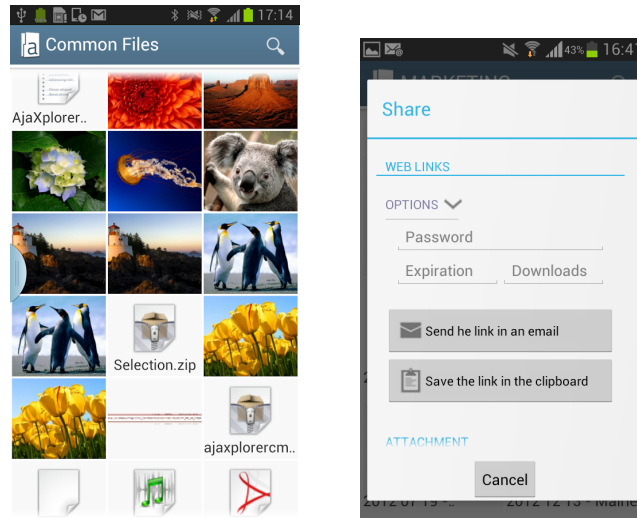
(a) Übersicht

(b) Interaktionen

(c) Letzten Aktivitäten

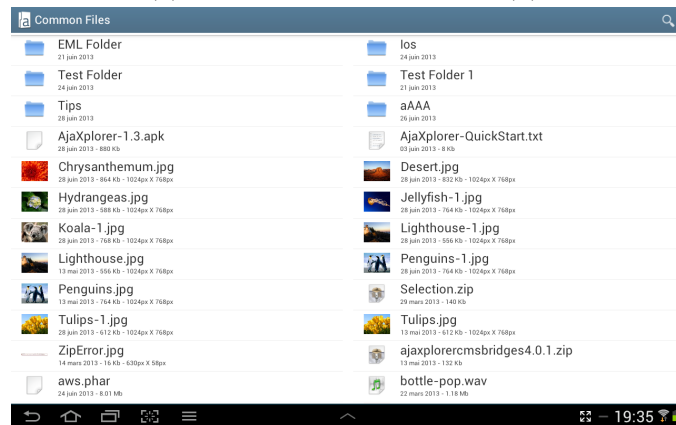
Abbildung A.3.: Grafiken des *Syncplicity* Android Clients.<sup>3</sup>

<sup>2</sup>Play.google.com: Owncloud, URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.seafile.seaandroid2>, 1.12.15



(a) Galerie

(b) Login



(c) Liste

Abbildung A.4.: Grafiken des *Pydio* Android Clients.<sup>4</sup>

<sup>3</sup>Play.google.com: Pydio, URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.owncloud.android>, 1.12.15

<sup>4</sup>Play.google.com: Pydio, URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pydio.android.Client>, 1.12.15

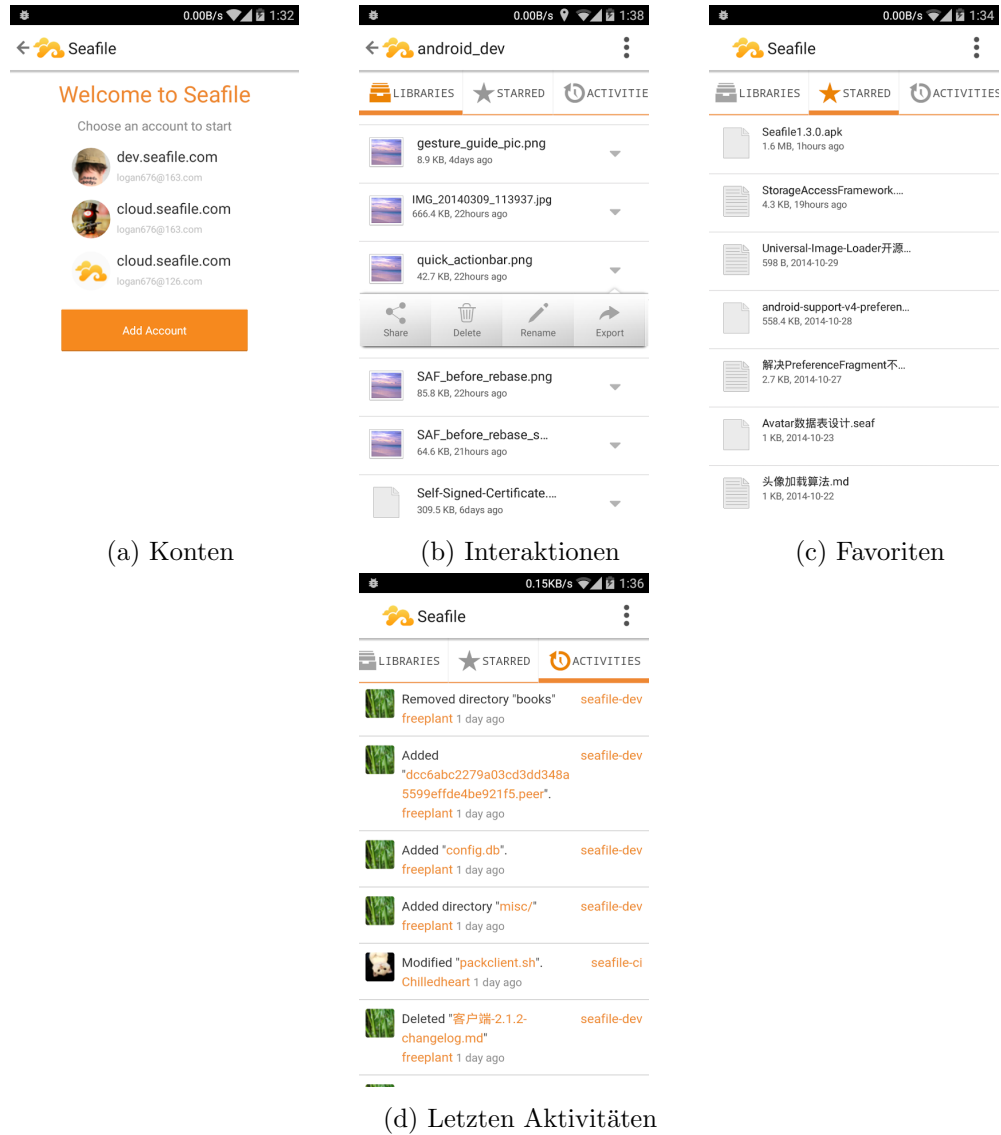
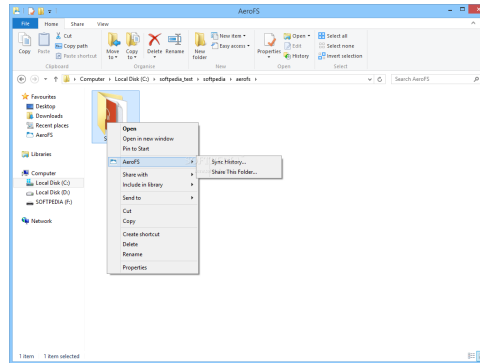
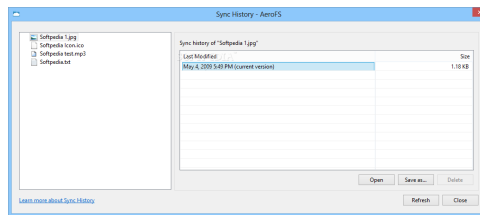


Abbildung A.5.: Weitere Grafiken des *Seafile* Android Clients.<sup>5</sup>

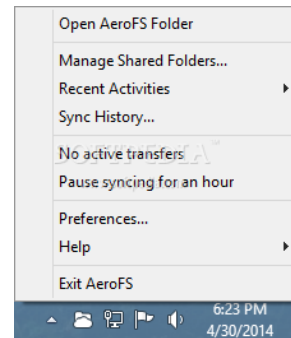
## A.1.2. Desktop



(a) Explorer



(b) Konfiguration



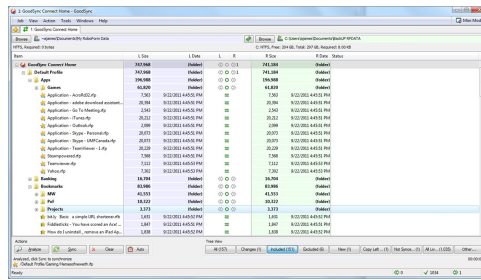
(c) Menü

Abbildung A.6.: Grafiken des *AeroFs* Desktop Clients.<sup>6</sup>

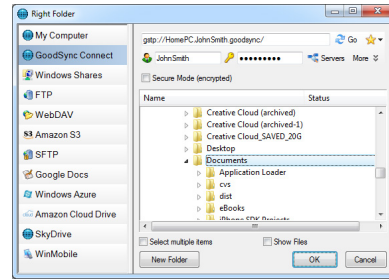
<sup>5</sup>Play.google.com: Seafile, URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.seafile.seadroid2>, 1.12.15

<sup>6</sup>Softpedia.com: AeroFs, URL: <http://www.softpedia.com/get/Internet/File-Sharing/AeroFS.shtml>, 1.12.15

## ANHANG A. QUALITATIVE EVALUATION



(a) Explorer



(b) Konfiguration

Abbildung A.7.: Grafiken des *Goodsync* Desktop Clients.<sup>7</sup>

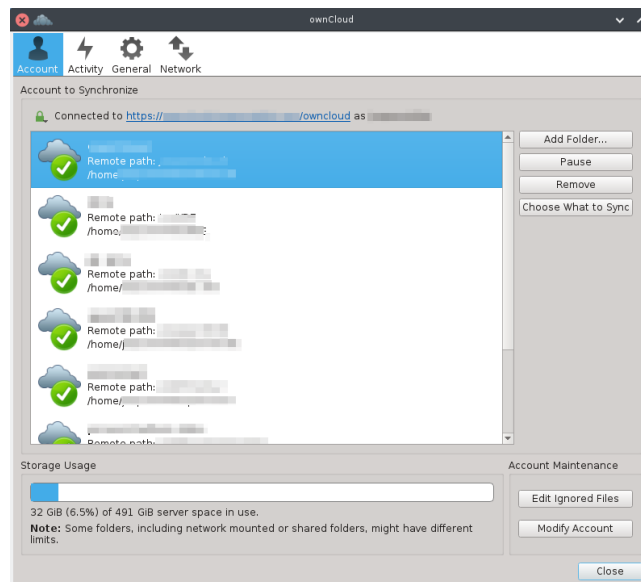
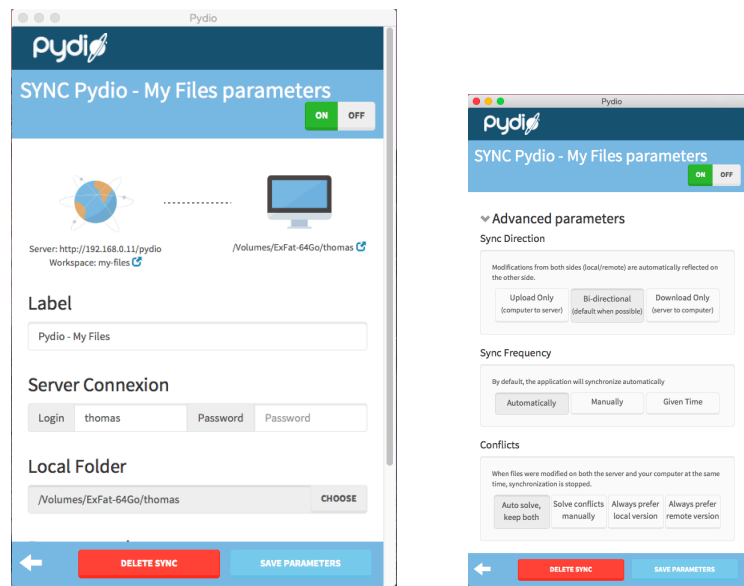


Abbildung A.8.: *Owncloud* Desktop Client<sup>8</sup>

<sup>7</sup>Softpedia.com: AeroFs, URL: <http://www.softpedia.com/get/Internet/File-Sharing/AeroFS.shtml>, 1.12.15

<sup>8</sup>Owncloud.org: ownCloud Desktop Client 1.8 released, URL: <https://owncloud.org/blog/owncloud-desktop-client-1-8-released/>, 1.12.15



(a) Parameter

(b) Erweiterte Parameter

Abbildung A.9.: Weitere Grafiken des *Pydio* Desktop Clients.<sup>9</sup>

### A.1.3. Web

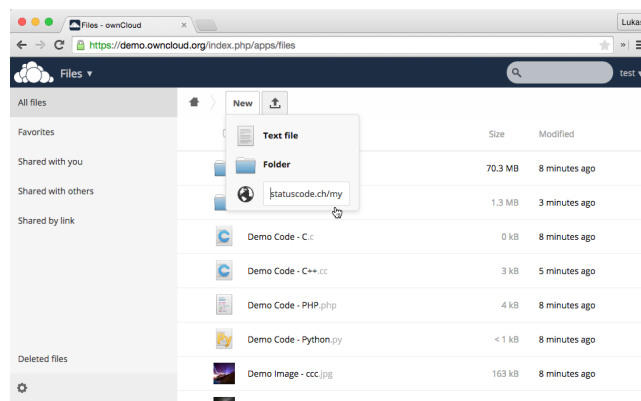


Abbildung A.10.: *Owncloud* im Webbrowser<sup>10</sup>

<sup>9</sup>Pydio.com: PydioSync, URL: <https://pydio.com/en/products/downloads/pydiosync-desktop-app>, 1.12.15

<sup>10</sup>Statuscode.ch: Security work going on in ownCloud, URL: <https://statuscode.ch/2015/05/security-and-owncloud-8.1/>, 1.12.15



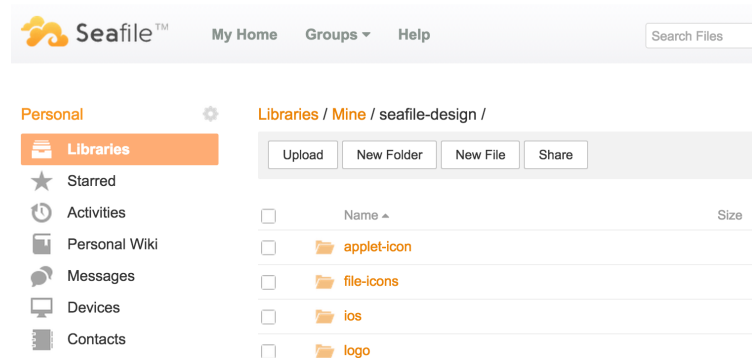


Abbildung A.11.: *Seafile* im Webbrowser<sup>11</sup>



Abbildung A.12.: *Syncplicity* im Webbrowser<sup>12</sup>

<sup>11</sup>Seafile-server.org: Seafile Version 4.2: Das ist neu oder (noch) besser, URL: <https://www.seafile-server.org/seafile-version-4-2-das-ist-neu-oder-noch-besser/>, 1.12.15

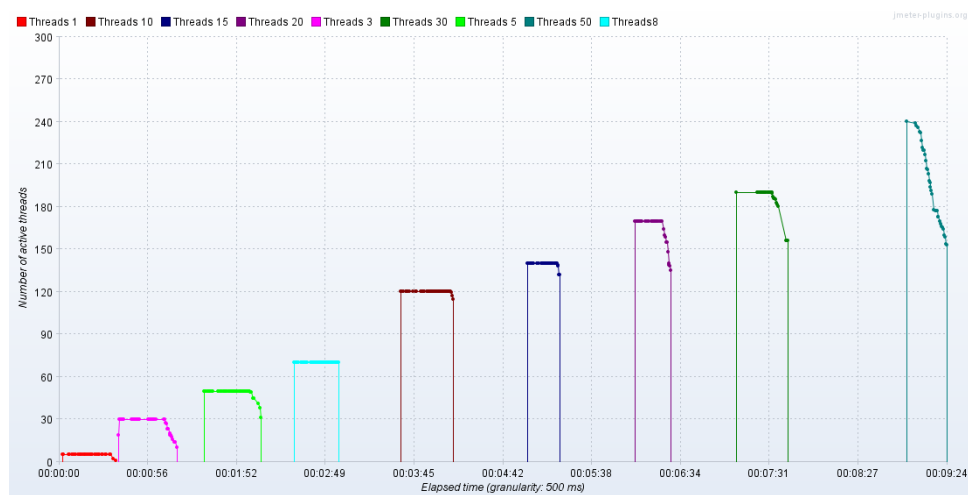
<sup>12</sup>Syncplicity.en.softonic.com: Backup and sync files to a 2 GB virtual drive, URL: <http://syncplicity.en.softonic.com/>, 1.12.15

## Anhang B.

### Quantitatives Benchmarking

#### B.1. Auswertung und Vergleich der Ergebnisse

##### B.1.1. Parallele Benutzer Aufrufe



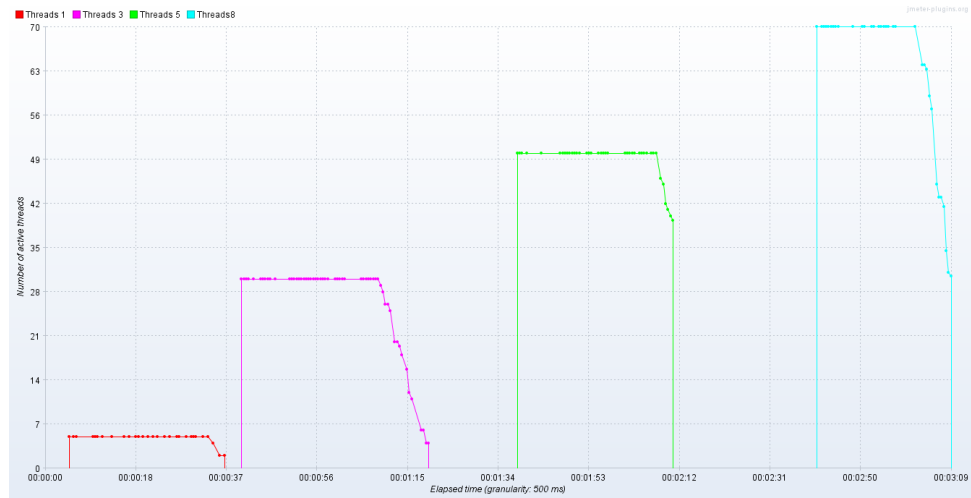


Abbildung B.2.: 1. Test: Menge an gleichzeitig JMeter simulierten Nutzern Pydio.

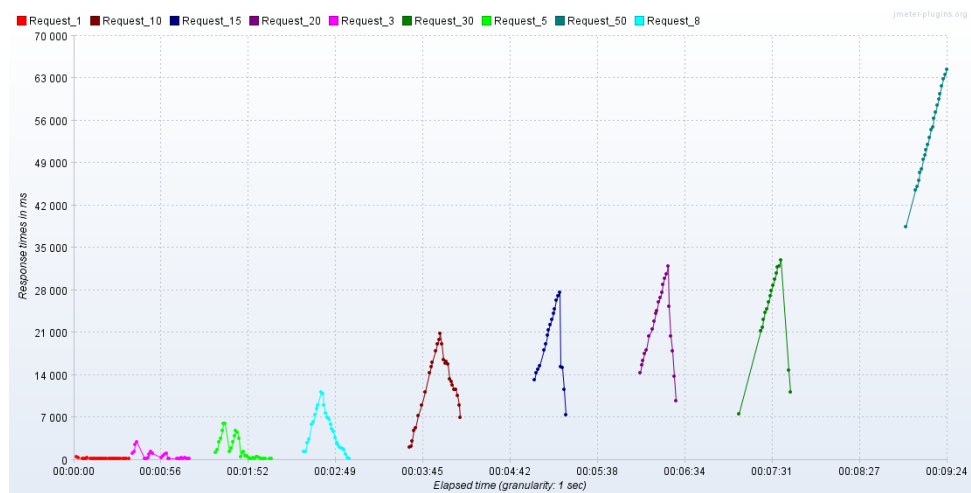


Abbildung B.3.: 1. Test: JMeter Antwortzeiten Verlauf über die Zeit Owncloud.

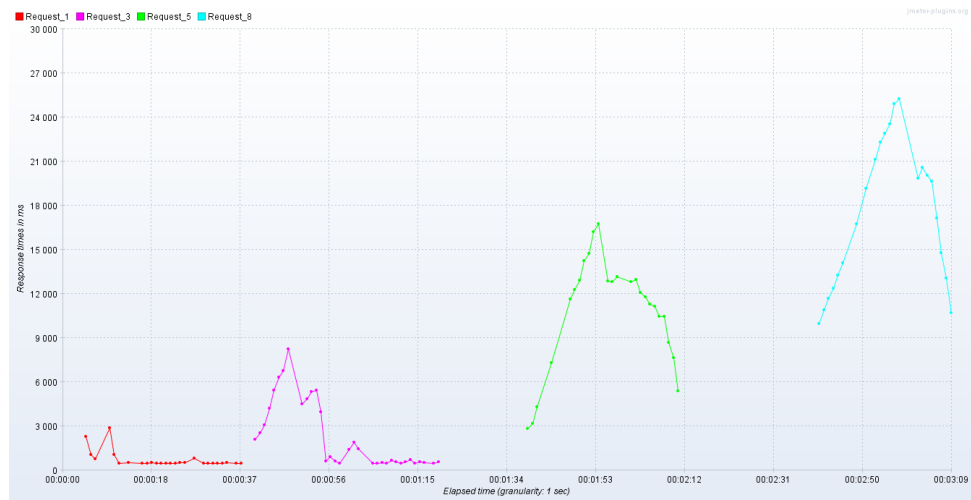


Abbildung B.4.: 1. Test: JMeter Antwortzeiten Verlauf über die Zeit Pydio.

Tabelle B.1.: Ergebnisse parallele Aufrufe Owncloud

Ziel RPS	Pro- ben	Durchschnitt in ms	Minimum in ms	Maximum in ms	Mittelwert in ms	Fehlerrate in %	Durchsatz in RPS
1	36	304	181	687	349	0,00	1,05
3	121	987	254	3.323	2.945	0,00	3,15
5	192	2.258	236	5.766	5.369	0,00	5,19
8	237	5.735	568	14.155	9.878	0,00	7,75
10	270	12.570	3.123	22.933	19.571	0,00	7,80
15	275	15.546	5.827	27.954	24.257	0,00	7,70
20	292	18.869	7.239	32.195	27.339	0,00	7,87
30	288	23.542	11.024	36.312	32.002	0,00	6,94
50	241	58.594	29.510	66.879	66.057	0,00	3,60

Tabelle B.2.: Ergebnisse parallele Aufrufe Pydio

Ziel RPS	Pro- ben	Durchschnitt in ms	Minimum in ms	Maximum in ms	Mittelwert in ms	Fehlerrate in %	Durchsatz in RPS
1	36	641	443	1.621	1.213	0,00	1,05
3	123	2.430	433	6.702	6.006	0,00	3,08
5	141	9.950	1.962	16.345	15.125	0,00	4,09
8	143	16.375	7.671	25.350	23.574	0,00	3,75

## B.1.2. Parallele Downloads

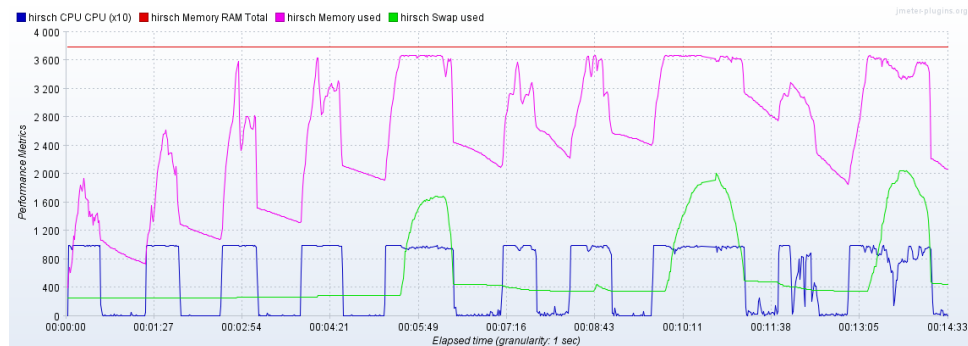


Abbildung B.5.: 2. Test: Überwachung des Owncloud Test Systems.

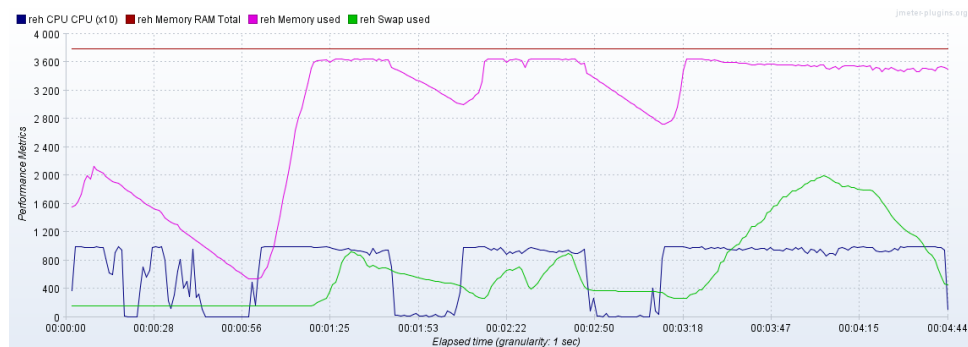


Abbildung B.6.: 2. Test: Überwachung des Pydio Test Systems.

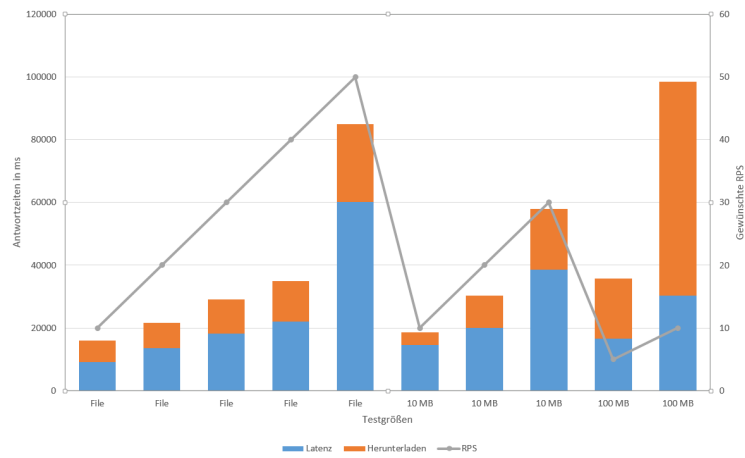


Abbildung B.7.: 2. Test: Zusammenfassung der Antwortzeiten von Owncloud.

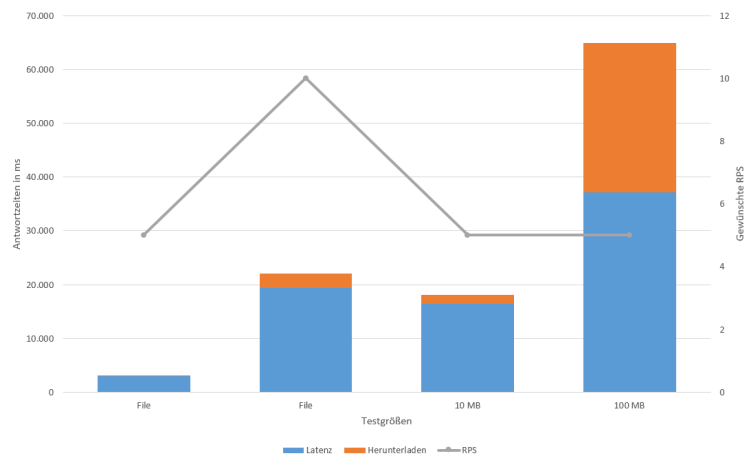


Abbildung B.8.: 2. Test: Zusammenfassung der Antwortzeiten von Pydio.

## ANHANG B. QUANTITATIVES BENCHMARKING

---

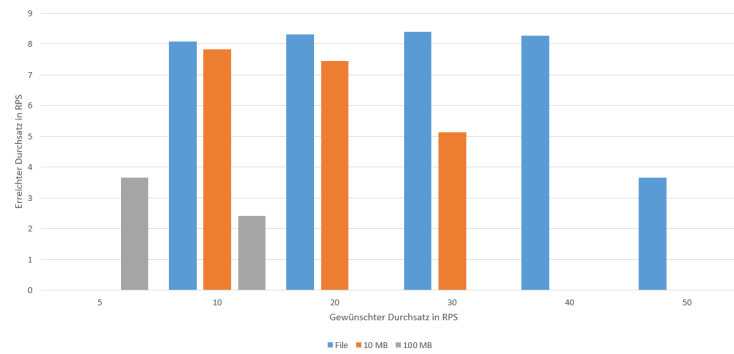


Abbildung B.9.: 2. Test: Erzielte Durchsätze von Owncloud.

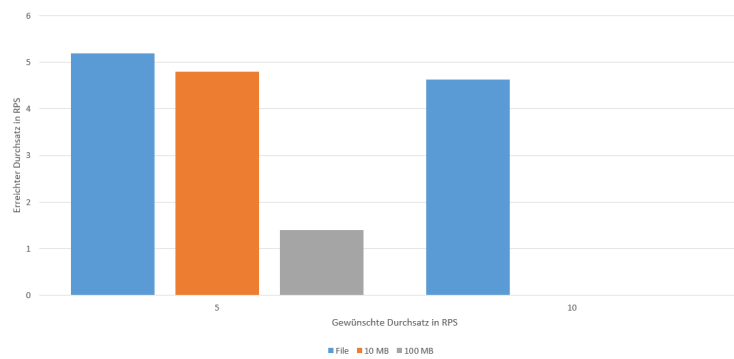


Abbildung B.10.: 2. Test: Erzielte Durchsätze von Pydio.



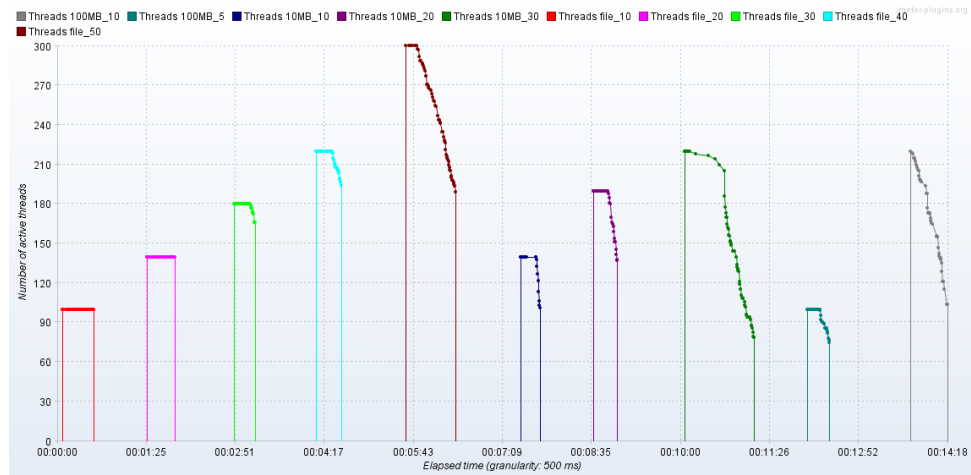


Abbildung B.11.: 2. Test: Menge an gleichzeitig JMeter simulierten Nutzern Owncloud.

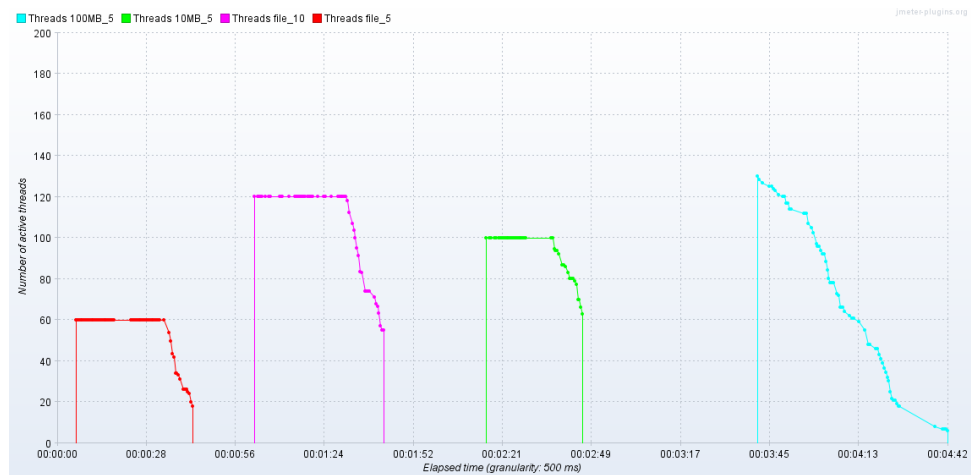


Abbildung B.12.: 2. Test: Menge an gleichzeitig JMeter simulierten Nutzern Pydio.

## ANHANG B. QUANTITATIVES BENCHMARKING

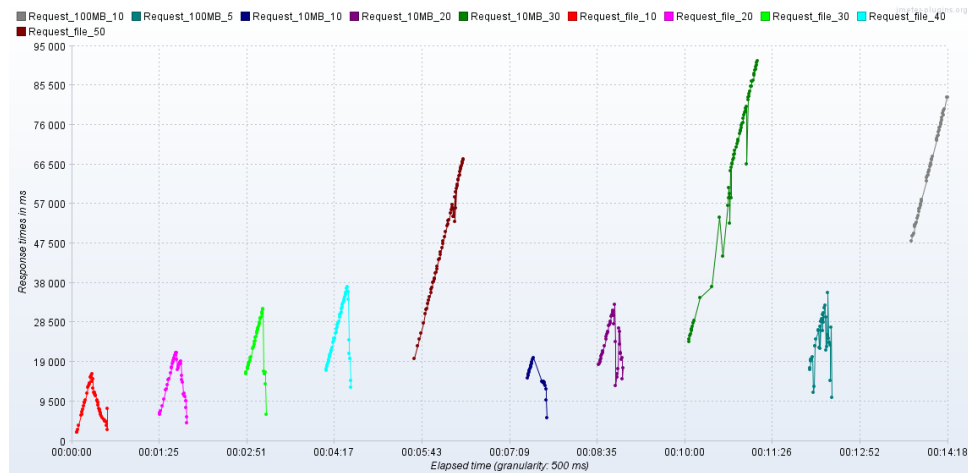


Abbildung B.13.: 2. Test: JMeter Antwortzeiten Verlauf über die Zeit Owncloud.



Abbildung B.14.: 2. Test: JMeter Antwortzeiten Verlauf über die Zeit Pydio.

Tabelle B.3.: Ergebnisse parallele Downloads Owncloud

Datei	Ziel RPS	Pro- ben	Durchschnitt in ms	Minimum in ms	Maximum in ms	Mittelwert in ms	Fehlerrate in %	Durchsatz in RPS
File	10	257	9.432	1.913	18.826	15.908	0,00	8,07
File	20	283	14.031	5.250	23.141	21.681	0,00	8,31
File	30	300	18.720	6.057	31.894	29.007	0,00	8,40
File	40	334	22.766	10.977	38.204	34.900	0,00	8,26
File	50	307	70.813	20.029	85.458	84.948	0,00	3,67
10 MB	10	273	15.482	5.396	20.789	18.527	0,00	7,84
10 MB	20	300	21.364	12.042	37.566	30.277	0,00	7,46
10 MB	30	271	42.600	10.692	60.231	57.929	0,00	5,13
100 MB	5	143	23.655	2.778	38.492	35.691	0,00	3,65
100 MB	10	233	69.687	34.601	100.494	98.505	0,00	2,42

Tabelle B.4.: Ergebnisse parallele Downloads Pydio

Da- tei	Ziel RPS	Pro- ben	Durchschnitt in ms	Minimum in ms	Maximum in ms	Mittelwert in ms	Fehlerrate in %	Durchsatz in RPS
File	10	3.140	255	9.468	7.255	2.750	0,00	5,19
File	20	22.117	1.936	46.975	35.657	11.478	0,00	4,63
File	30	18.088	10.161	28.817	22.120	3.577	0,00	4,79
File	40	64.971	43.641	93.248	86.525	14.198	0,00	1,40

### B.1.3. Parallele Uploads

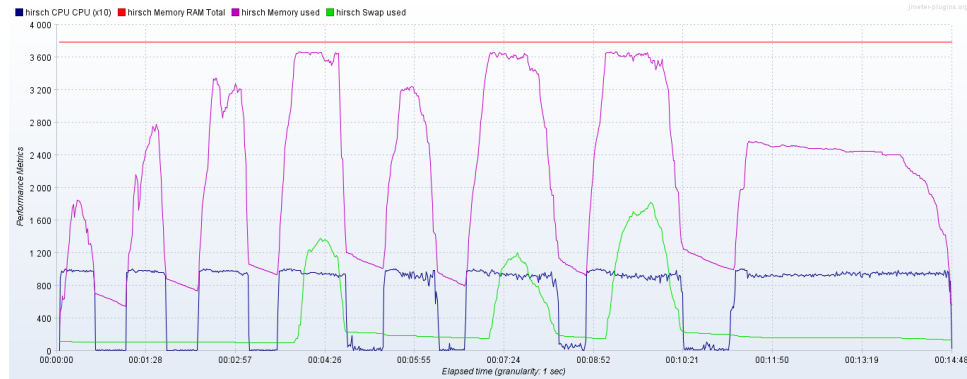


Abbildung B.15.: 3. Test: Überwachung des Owncloud Test Systems.

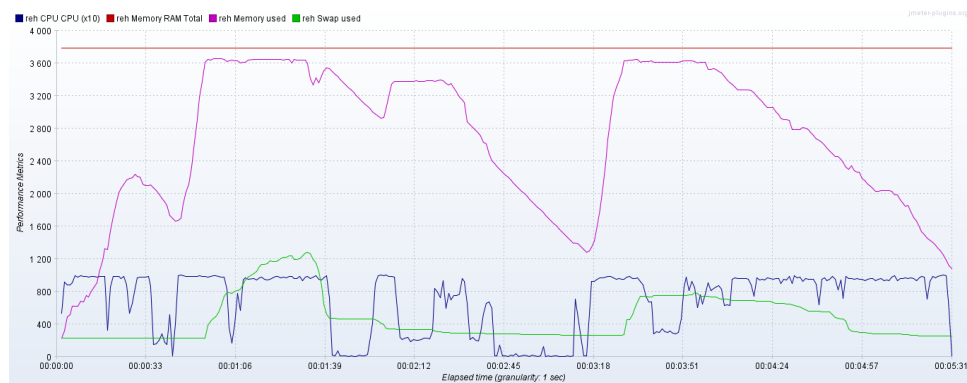


Abbildung B.16.: 3. Test: Überwachung des Pydio Test Systems.

## ANHANG B. QUANTITATIVES BENCHMARKING

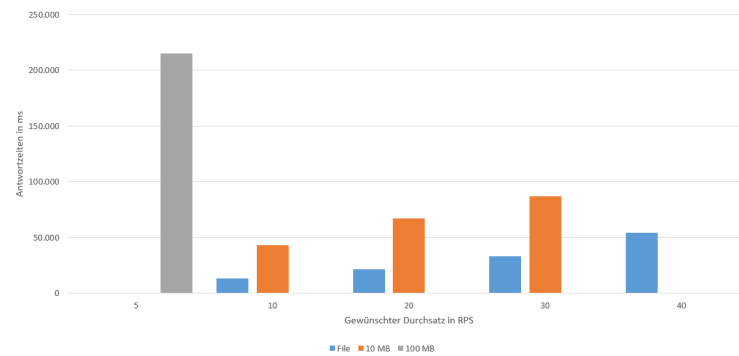


Abbildung B.17.: 3. Test: Zusammenfassung der Antwortzeiten von Owncloud.

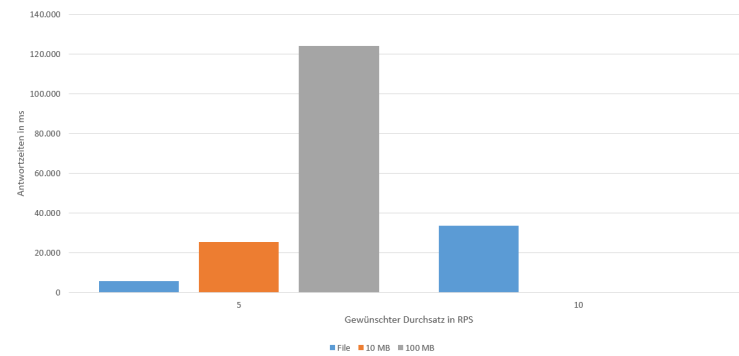


Abbildung B.18.: 3. Test: Zusammenfassung der Antwortzeiten von Pydio.

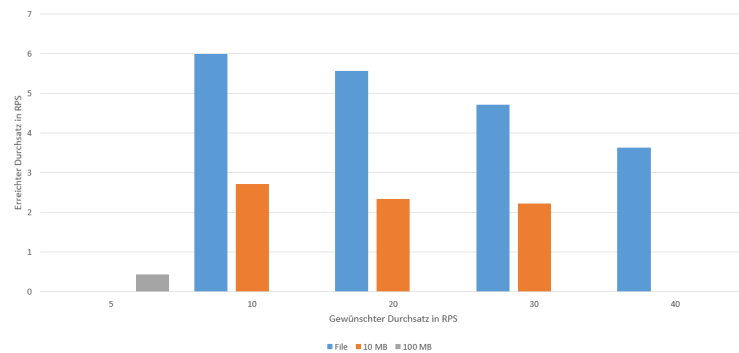


Abbildung B.19.: 3. Test: Erzielte Durchsätze von Owncloud.

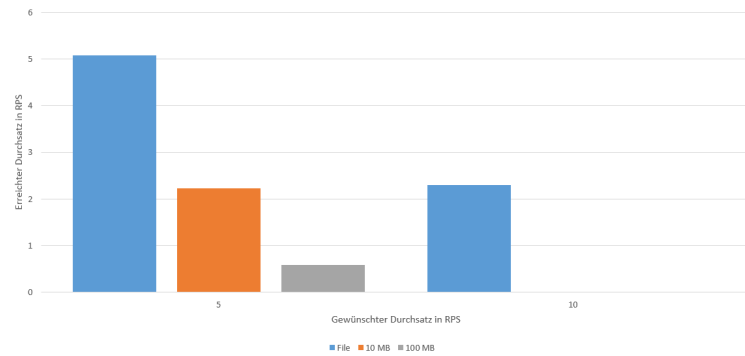


Abbildung B.20.: 3. Test: Erzielte Durchsätze von Pydio.

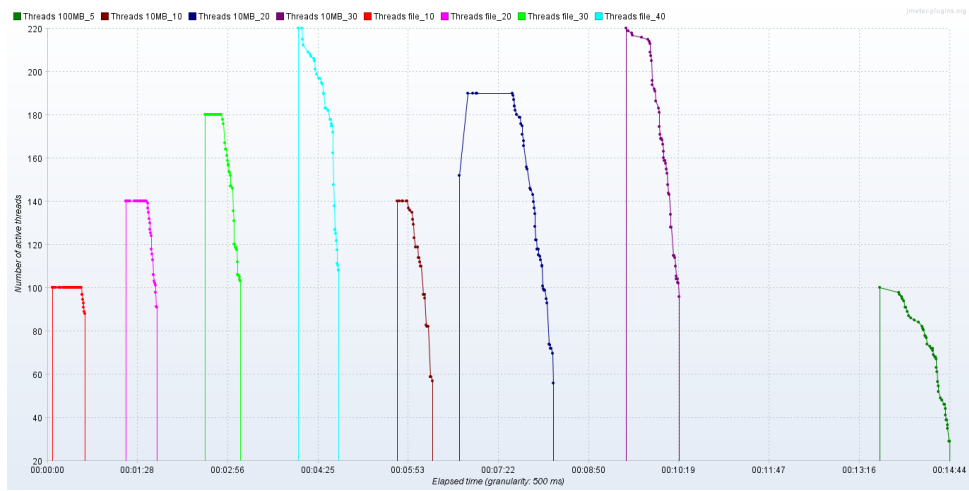


Abbildung B.21.: 3. Test: Menge an gleichzeitig JMeter simulierten Nutzern Owncloud.

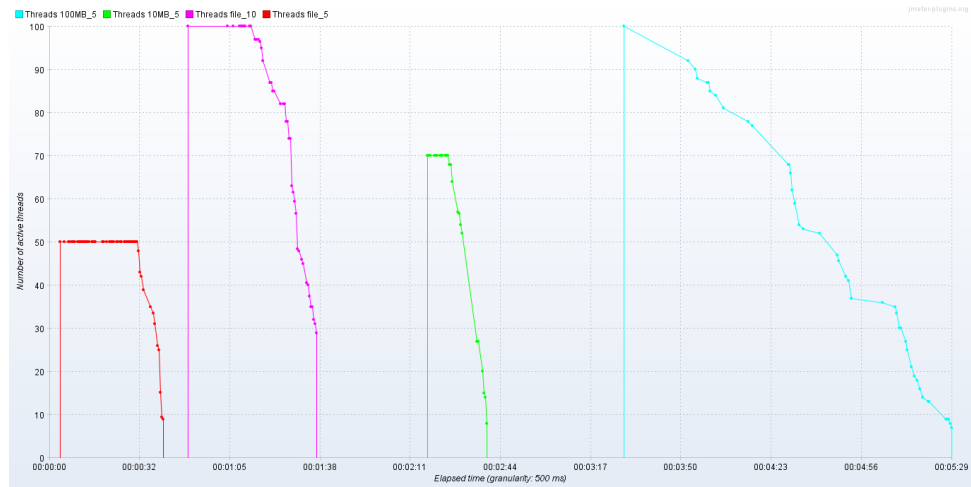


Abbildung B.22.: 3. Test: Menge an gleichzeitig JMeter simulierten Nutzern Pydio.

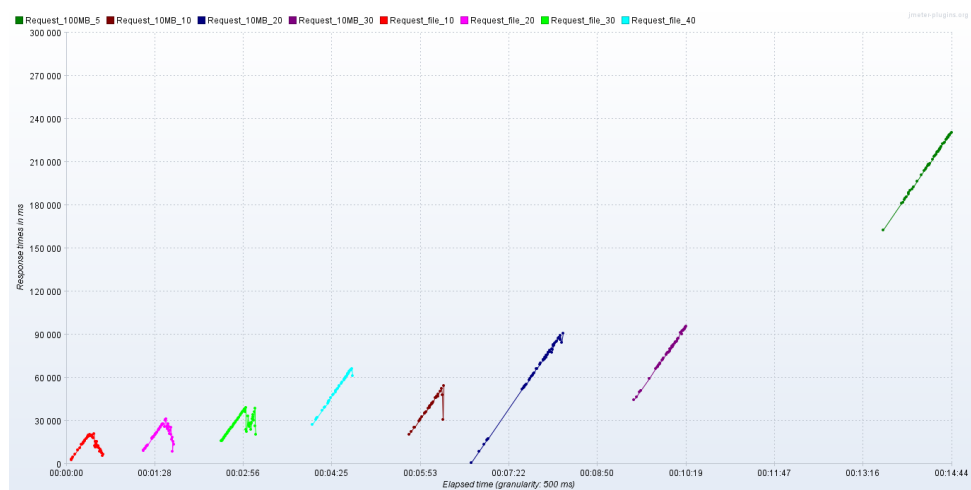


Abbildung B.23.: 3. Test: JMeter Antwortzeiten Verlauf über die Zeit Owncloud.





Abbildung B.24.: 3. Test: JMeter Antwortzeiten Verlauf über die Zeit Pydio.

Tabelle B.5.: Ergebnisse parallele Uploads Owncloud

Datei	Ziel RPS	Pro- ben	Durchschnitt in ms	Minimum in ms	Maximum in ms	Mittelwert in ms	Fehlerrate in %	Durchsatz in RPS
File	10	218	13.060	2.075	29.413	20.341	0,00	5,99
File	20	233	21.487	10.833	39.880	35.879	0,00	5,57
File	30	225	33.432	15.221	46.016	45.122	0,00	4,72
File	40	220	54.142	30.104	60.902	60.041	0,00	3,63
10 MB	10	146	42.961	20.186	53.017	51.975	0,00	2,72
10 MB	20	194	67.188	3.078	82.129	79.919	0,00	2,34
10 MB	30	221	87.010	36.318	98.769	96.445	0,00	2,23
100 MB	5	100	215.259	167.029	229.451	228.660	0,00	0,44

Tabelle B.6.: Ergebnisse parallele Uploads Pydio

Datei	Ziel RPS	Pro- ben	Durchschnitt in ms	Minimum in ms	Maximum in ms	Mittelwert in ms	Fehlerrate in %	Durchsatz in RPS
File	5	192	5.782	1.272	10.845	8.938	0,00	5,08
File	10	132	33.796	6.870	57.614	52.693	0,00	2,30
10 MB	5	104	25.616	16.104	33.566	32.948	0,00	2,23
100 MB	5	102	124.118	26.484	177.421	173.618	0,00	0,59

### B.1.4. Parallele Down- und Uploads

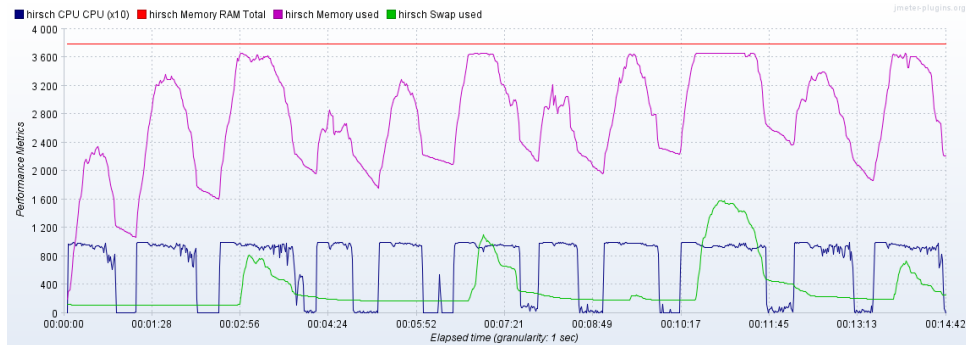


Abbildung B.25.: 4. Test: Überwachung des Owncloud Test Systems.

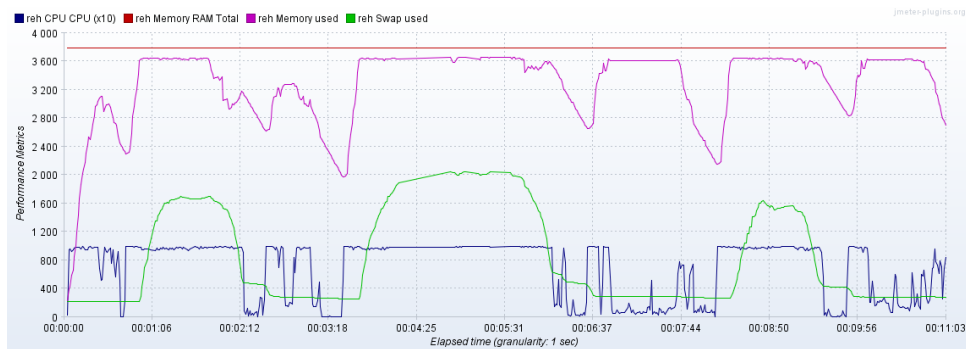


Abbildung B.26.: 4. Test: Überwachung des Pydio Test Systems.

## ANHANG B. QUANTITATIVES BENCHMARKING

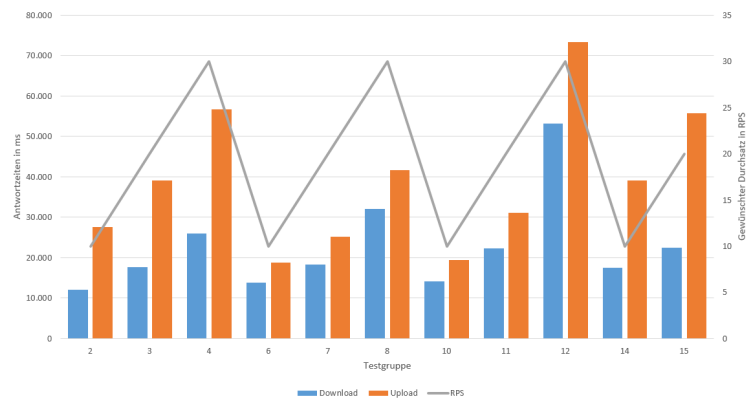


Abbildung B.27.: 4. Test: Zusammenfassung der Antwortzeiten von Owncloud.

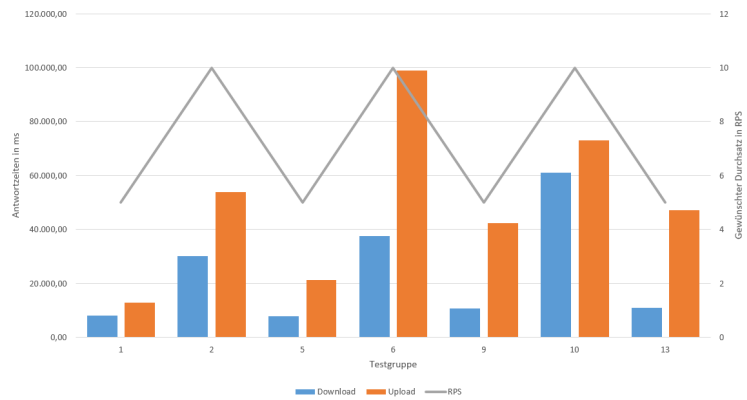


Abbildung B.28.: 4. Test: Zusammenfassung der Antwortzeiten von Pydio.

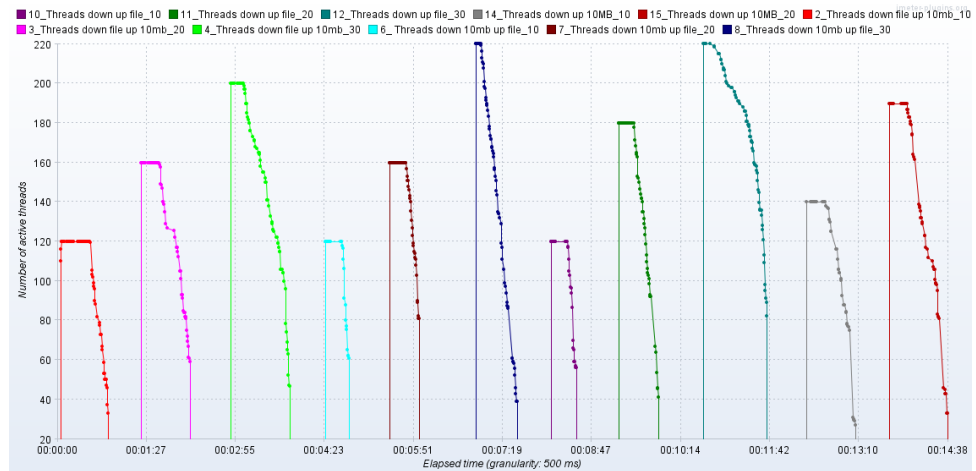


Abbildung B.29.: 4. Test: Menge an gleichzeitig JMeter simulierten Nutzern Owncloud.

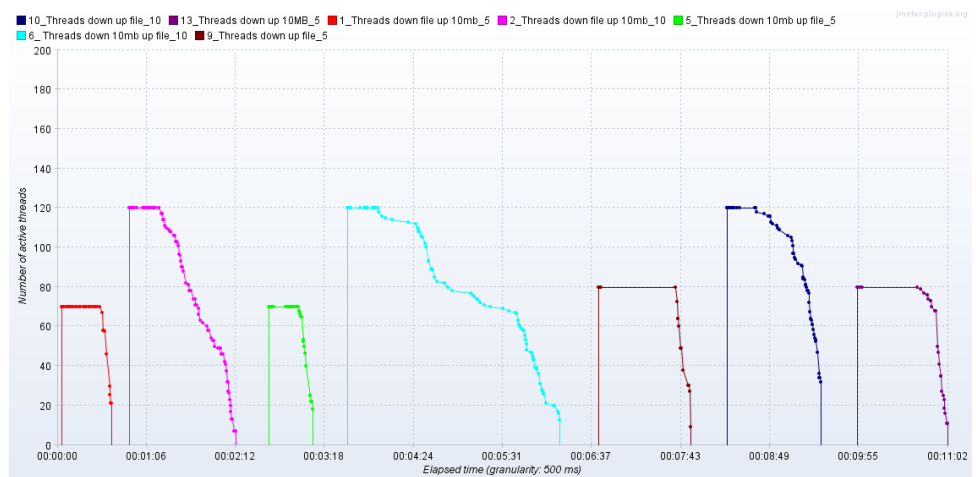


Abbildung B.30.: 4. Test: Menge an gleichzeitig JMeter simulierten Nutzern Pydio.

## ANHANG B. QUANTITATIVES BENCHMARKING

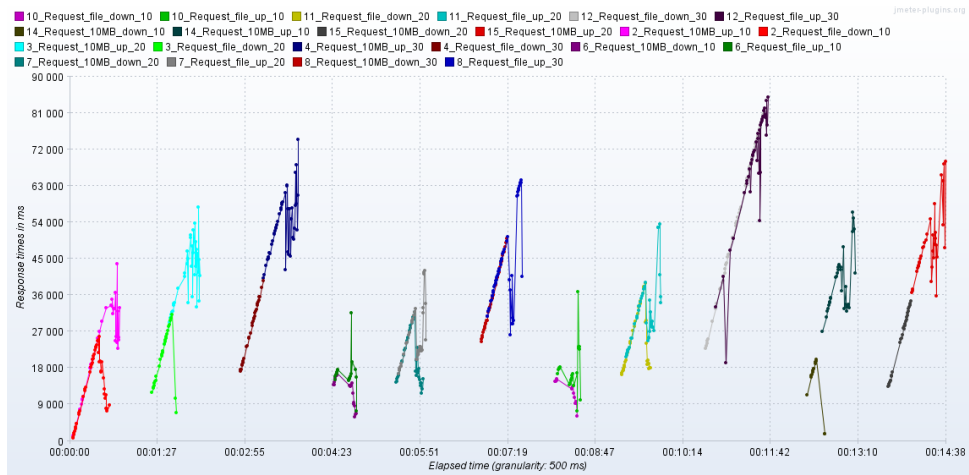


Abbildung B.31.: 4. Test: JMeter Antwortzeiten Verlauf über die Zeit Owncloud.

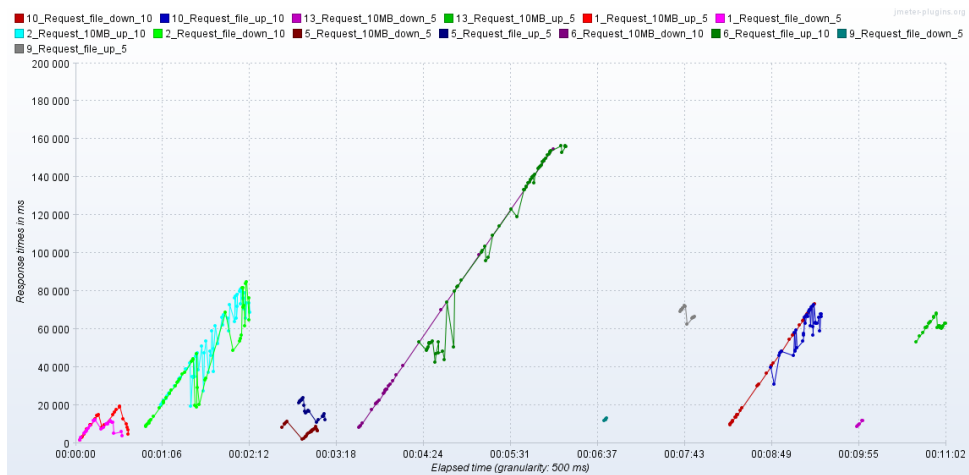


Abbildung B.32.: 4. Test: JMeter Antwortzeiten Verlauf über die Zeit Pydio.

Tabelle B.7.: Ergebnisse parallele Down- und Down- und Uploads Owncloud

Gr.	Datei	Down- / Upload	Ziel RPS	Pro- ben	Durchschn. in ms	Min in ms	Max in ms	Mittelwert in ms	Fehlerrate in %	Durchsatz in RPS
2	File	Down	10	90	12.024	1.126	23.585	21.553	0,00	2,66
2	10MB	Up	10	124	27.558	3.390	50.912	43.137	6,15	2,35
3	File	Down	20	88	17.667	8.978	28.958	26.379	0,00	2,59
3	10MB	Up	20	150	39.060	21.859	56.143	52.062	0,66	2,63
4	File	Down	30	99	26.056	17.834	40.229	34.112	0,00	2,39
4	10MB	Up	30	158	56.686	36.756	73.173	71.397	0,59	2,15
6	10MB	Down	10	117	13.834	8.071	17.042	15.467	0,00	3,16
6	File	Up	10	124	18.830	10.098	33.013	26.256	0,00	3,28
7	10MB	Down	20	124	18.375	10.838	33.542	27.524	0,00	3,02
7	File	Up	20	138	25.125	12.567	42.436	40.822	0,00	3,17
8	10MB	Down	30	118	31.996	20.607	50.148	45.411	0,00	2,29
8	File	Up	30	158	41.679	23.557	61.976	60.783	0,00	2,51
10	File	Down	10	113	14.130	8.834	16.172	15.384	0,00	3,02
10	File	Up	10	123	19.470	10.855	38.472	25.645	0,00	2,99
11	File	Down	20	133	22.246	15.151	39.020	34.015	0,00	2,96
11	File	Up	20	146	31.027	18.603	53.263	52.341	0,00	2,67
12	File	Down	30	106	53.248	21.261	70.477	67.912	0,00	1,59
12	File	Up	30	130	73.265	25.475	86.420	85.162	0,53	1,52
14	10MB	Down	10	75	17.522	7.855	19.905	19.253	0,00	2,82
14	10MB	Up	10	140	39.096	24.953	59.594	48.811	0,00	2,31
15	10MB	Down	20	95	22.447	14.524	33.727	31.793	0,00	2,72
15	10MB	Up	20	157	55.658	35.708	75.884	71.852	0,00	2,05



Tabelle B.8.: Ergebnisse parallele Down- und Uploads Pydio

Gr.	Datei	Down- / Upload	Ziel RPS	Pro- ben	Durchschn. in ms	Min in ms	Max in ms	Mittelwert in ms	Fehlerrate in %	Durchsatz in RPS
1	File	Down	5	96	7.944	1.888	13.801	11.598	0,00	2,80
1	10MB	Up	5	106	12.877	1.833	20.736	19.211	0,00	2,59
2	File	Down	10	71	30.129	7.563	81.906	63.005	0,00	0,86
2	10MB	Up	10	100	53.847	14.605	81.782	77.041	0,00	1,16
5	File	Down	5	77	7.830	2.082	11.376	10.987	0,00	2,23
5	10MB	Up	5	83	21.245	12.611	26.297	25.836	0,00	2,19
6	10MB	Down	10	64	37.502	7.960	138.883	73.770	0,00	0,50
6	File	Up	10	96	99.046	35.196	143.914	132.867	0,00	0,70
9	File	Down	5	43	10.762	8.538	11.949	11.689	0,00	2,47
9	File	Up	5	80	42.365	37.100	47.196	46.014	0,00	1,77
10	File	Down	10	64	61.069	21.317	90.998	87.841	0,00	0,73
10	File	Up	10	76	73.136	32.107	89.396	87.363	0,00	0,84
13	10MB	Down	5	41	10.908	9.089	12.385	11.876	0,00	3,17
13	10MB	Up	5	80	47.184	41.261	52.167	51.344	0,00	1,39

## **Anhang C.**

### **CD mit Testsets und Messdaten**